

DE HOLOCENE WORDINGSGESCHIEDENIS VAN NOORDHOLLAND EN HET ZUIDERZEEGEBIED

met 22 figuren, waarvan fig. 1 en fig. 17 buiten de tekst

DEEL I

THE HOLOCENE GENESIS OF THE PROVINCE OF NORTH-HOLLAND AND THE FORMER ZUYDER SEA REGION

Part I

In a series of three articles following the article by PONS and WIGGERS (1958) the Holocene genesis of the province of North-Holland and the former Zuyder Sea region will be described. The article presented here begins with a description of the Lower Peat or the Peat-at-greater-depth and the older Holocene marine deposits. In the latter, deposited before 2300 to 2200 B.C., formerly designated also as 'old wadden deposits' and 'old sea clay', we distinguish between: the Layer of Velsen, the Starnmeer- and older deposits, the Omval, Watergraafsmeer, Beemster and Wieringermeer deposits. The cross section (fig. 1) shows most of these deposits divided into a sandy and a clayey facies.

The distribution of the Peat-at-greater-depth, a strongly compacted, mostly clayey peat layer with a thickness of 10 to 30 cm and situated between the topside of the Pleistocene and the older marine deposits, is represented in fig. 2. Originally this peat layer occurred nearly everywhere in the erosion area as well. The growth of the Lower Peat was caused by a rising groundwater level due to a rising sea level. In most cases the peat is younger according as it lies higher, so above 19 m — A.O.D.¹ peat growth is for the greater part of Atlantic age and below that level mostly of Boreal age.

Fig. 3 represents the distribution of the Layer of Velsen (*Hydrobia*-clay). This layer with a thickness of 0.5 to 1.5 m, deposited in a brackish lagoon, is defined as: a Holocene clay directly overlying the Pleistocene or the Peat-at-greater-depth, without peat on top and covered by marine sands, lying below 11 m — A.O.D. and older than 4000 B.C. (see fig. 1). Also the Layer of Velsen is younger according as its base lies higher. Where lying below 19 m — A.O.D. it is probably of Boreal age.

Due to the absence of thin peat layers it is impossible to distinguish the oldest part of the older marine sediments from both the Starnmeer deposits and the Beemster deposits; so in fig. 1 they are taken together. In fig. 4 some data on the distribution of the Starnmeer deposits are given. Fig. 5 shows a generalized cross section of the composition of these deposits with their nucleus of purely sandy tidal flat sediments and sideways connected sandy tidal flat sediments and sandy to clayey underwater sediments. The most easterly situated beach barrier Beverwijk-Uitgeest-Boekel belongs to these deposits, the formation of which took place between ca. 4000-3500 B.C. Also the Clay of Pampus which tongues out into peat, belongs to the Starnmeer deposits (figs. 1, 4 and 6).

In fig. 7 the Omval deposits and the accompanying beach barrier Akersloot-Boekel-Uitgeest (origin ca. 3500 B.C.), are shown.

The boundaries of the only partly known Watergraafsmeer deposits (fig. 8) are well definable by the presence of thin peat layers on the surface and at the bottom (figs. 1 and 9). Sedimentation took place in a brackish environment with slowly moving waters and, as radio-carbon datings indicate, was finished ca. 3200 B.C. (figs. 9, 10 and 11).

Fig. 12 shows some data of the Beemster deposits of which the line bordering the older sediments cannot be defined as peat layers are lacking (fig. 1). The surface of these deposits is always defined by peat (fig. 12). The Beemster deposits are highly uniform, as is expressed by the extremely level position of the top surface (fig. 13) and horizontally and vertically very slowly changing composition, e.g. clay content, etc.. These sediments, to which the St. Pancras beach barrier belongs (a sea-entrance was lying north of Alkmaar), were deposited before 2800 B.C. as has been proved by radio-carbon datings (fig. 16). Data on some properties of the sediments are given in figs. 14 and 15. Remarkable is the very high lime content and the close relation between pyrite and organic matter content. These properties together with the very homogeneous

¹ A.O.D. = Average Ordnance Datum = N.A.P. = New Amsterdam Datum.

composition would point to a tidal flat area with extensive underwater sediments, but the very high position of the surface (up to ca. 2.20 m—A.O.D.) in relation to age (ca. 3 000 B.C.) and the average sea level (ca. 6.00 m—A.O.D.) at that time makes this impossible.

The distribution of the Wieringermeer deposits is shown in fig. 17 (1, 2 and 3). The demarcation with other deposits is nearly always represented by a thin peat layer (figs. 1 and 18). Sedimentation of the Wieringermeer deposits, the youngest of the older marine deposits dealt with in this article, in all of the three areas took place in the beginning of the Subboreal and according to radio-carbon datings (figs. 10, 11 and 12) between ca. 2 900 B.C. and 2 300 to 2 200 B.C. The ancient beach barrier Haarlem-Beverwijk-Alkmaar together with the now no longer existing sea-entrances at Velsen and Schoorl and the sand ridges of Zandwerven and Enneloord date from this period. Traces of human settlements were found near and on these deposits (ca. 2 400-2 200 B.C.). Characteristic of these deposits is the occurrence of a tidal flat area and a tidal marsh area. The numerous remnants of creeks (fig. 19) with sandy levees and the clayey parts with reed roots and settling effects give the Wieringermeer deposits an extremely heterogeneous aspect. Differences in height of the surface over short distances may be large (figs. 18 and 21) and this affects the present day position of the field surface to a great extent (fig. 17). The lime content is lower than that of the Beemster deposits (fig. 22). The pyrite content of the brackish and formerly strongly overgrown Wieringermeer deposits may be high in places.

The younger deposits will be dealt with in the following article.

Inleiding.

In een voorgaand artikel (PONS en WIGGERS, dit Tijdschrift, 1958, p. 140) werd in het voorwoord reeds opgemerkt dat bij de kartering van Noordholland door de eerste auteur en van het Zuiderzegebied door de tweede schrijver, vele nieuwe gegevens werden verkregen ten aanzien van de opbouw van het holocene pakket. De samenwerking tussen beide auteurs heeft geleid tot een beeld van de holocene wordingsgeschiedenis dat op verschillende punten vrij aanzienlijk afwijkt van de opvattingen zoals deze in de literatuur over de betreffende gebieden zijn weergegeven.

In een drietal bijdragen zullen de nieuwere inzichten worden behandeld; als eerste verschijnt thans een artikel over de wordingsgeschiedenis tot omstreeks 2200 à 2300 v. Chr.

Achtereenvolgens zullen worden behandeld: het Veen-op-grotere-diepte, de Laag van Velsen, de Starnmeer- en oudere holocene afzettingen, de Omval-afzettingen, de Watergraafmeer-afzettingen, de Beemster-afzettingen en de Wieringermeer-afzettingen.

Met uitzondering van het Veen-op-grotere-diepte zijn de bovengenoemde afzettingen in de literatuur tot dusver samengevat onder de namen oudholocene wadafzettingen en oude zeeklei (PANNEKOEK, 1956), oude zeeklei (EDELMAAN, 1950) of oud wad-sediment (ZWART, 1951). In enkele gevallen bleek in de tekst behoefte aan een samenvattende term voor de besproken afzettingen. Daar aan de bovengenoemde namen bezwaren kleven, hebben wij voor dit complex van holocene, mariene tot brakke sedimenten ouder dan 2200 à 2300 v. Chr. en gelegen op het Veen-op-grotere-diepte of het Pleistoceen, de naam oudere mariene afzettingen ingevoerd.

In een tweede artikel zal de wordingsgeschiedenis na 2200 à 2300 v. Chr. worden besproken, terwijl het laatste zal zijn gewijd aan algemene beschouwingen en conclusies.

De lijst van de in de eerste twee bijdragen aangehaalde literatuur zal worden opgenomen aan het einde van het tweede artikel.

De auteurs konden kennis nemen van een manuscript van Ir P. J. ENTE, tot 1957 verbonden aan de Stichting voor Bodemkartering, dat handelt over de bodemgesteldheid van het tuinbouwcentrum 'De Streek'. Gezien het feit dat dit manuscript te zijner tijd zal worden gepubliceerd, is van de daarin voorkomende gegevens ten aanzien van de afzettingen in Westfriesland geen gebruik gemaakt. Wel zij opgemerkt dat de beschouwingen van Ir ENTE betreffende de genese van Westfriesland in grote lijnen overeenkomen met die van de auteurs.

Ten aanzien van de begrenzing van het te behandelen gebied moge nog worden opgemerkt dat de bijdragen vooral betrekking hebben op de genese van het gedeelte van Noordholland gelegen benoorden het Noordzeekanaal. Slechts bij de behandeling van enkele afzettingen zullen ook een

gedeelte van Noordholland ten zuiden van dit kanaal en een klein gedeelte van de provincie Utrecht in de beschouwingen worden betrokken.

Als figuur 1 is aan dit artikel toegevoegd een profiel door de holocene afzettingen tussen Wieringen en Muiderberg. Het profiel is samengesteld met behulp van een groot aantal boringen, in de loop der jaren verricht voor verschillende doeleinden. Diverse instellingen stonden ons toe gebruik te maken van de in hun archief aanwezige beschrijvingen. Voor de verleende medewerking zij op deze plaats gaarne dank gebracht. Een deel van de in het profiel verwerkte boringen is verricht door eigen boorploegen en wel van de Stichting voor Bodemkartering, de Dienst der Zuiderzeewerken en de Directie van de Wieringermeer (Noordoostpolderwerken) ².

Aan de bespreking van het profiel is geen speciale paragraaf gewijd, doch bij de behandeling van de verschillende afzettingen zal er herhaaldelijk naar worden verwezen. Wij volstaan thans met enkele algemene opmerkingen.

De in de inleiding genoemde afzettingen zijn, evenals de jongere sedimenten, zoveel mogelijk in het profiel weergegeven. De ligging hiervan is ook zo gekozen, dat het zoveel mogelijk loopt over plaatsen, waar de verschillende afzettingen door veenlagen van elkaar zijn gescheiden of waar deze op grond van diverse kenmerken goed van elkaar waren te onderscheiden.

Voorts is getracht binnen elke afzetting onderscheid te maken tussen een kleiige en een zandige facies. De zandige facies omvat zowel kleiarne als zwak kleiige zandafzettingen (geul-, wad- en zandige onderwater-afzettingen). De kleiige facies omvat zowel min of meer humeuze, zware klei als gelaagde, zandige klei (kleiige wadafzettingen, kwelder- en gorsafzettingen en kleiige onderwater-afzettingen).

Van de Beemster-afzettingen kon in het algemeen geen ondergrens worden aangegeven in verband met het ontbreken van veenlaagjes. Derhalve zijn de Starnmeer- en oudere holocene afzettingen tezamen met de Beemster-afzettingen met één arcering aangeduid, gescheiden in een zandige en in een kleiige facies, terwijl in het profiel de globale ligging van de diverse afzettingen met omschrijvingen is aangeduid. Van de sedimenten jonger dan de Beemster-afzettingen kon veelal de boven- en ondergrens worden aangegeven, daar als regel scheidende veenlaagjes werden aangetroffen.

HET VEEN-OP-GROTERE-DIEPTE.

Het Veen-op-grotere-diepte, waaronder wij, overeenkomstig de oorspronkelijke opvatting van LORIÉ (1893), verstaan het veen liggend onder de oudere mariene afzettingen en onmiddellijk op het pleistocene zand, is wat betreft Noordholland, reeds in vele publikaties besproken. Een overzicht van de oudere literatuur is te vinden in de dissertatie van VERMEER-LOUMAN (1934). Dit proefschrift is voor een belangrijk gedeelte gewijd aan de behandeling van het Veen-op-grotere-diepte.

Voorkomen van het veen.

De verbreiding van het Veen-op-grotere-diepte in Noordholland is reeds verschillende malen in de literatuur besproken. LORIÉ (1893), TESCH (1922), VERMEER-LOUMAN (1934), FABER (1947a), TESCH (1947), PANNEKOEK (1956) en nog verschillende andere auteurs vermeldten het plaatselijk ontbreken van het Veen-op-grotere-diepte, waarbij veelal werd verondersteld dat dit ontbreken in hoofdzaak een secundaire oorzaak heeft.

Aangezien de verbreiding van de oudere mariene afzettingen met name in het IJsselmeergebied tot dusver nog slechts onvolledig op de gepubliceerde kaarten is aangegeven, is in figuur 2 het voorkomen van deze sedimenten opgenomen. Binnen het gearceerde gebied komt dus het Veen-op-grotere-diepte voor. Ook daarbuiten is wel veen aanwezig,

² De auteurs stellen het op prijs, dankbaar melding te maken van de toewijding waarmee door de assistenten J. L. KLOOSTERHUIS en G. W. DE LANGE van de Stichting voor Bodemkartering en R. KOOPSTA en J. VISSER van de Directie van de Wieringermeer (Noordoostpolderwerken) het veldwerk en het ontwerpen van de kaarten en profielen is verricht.

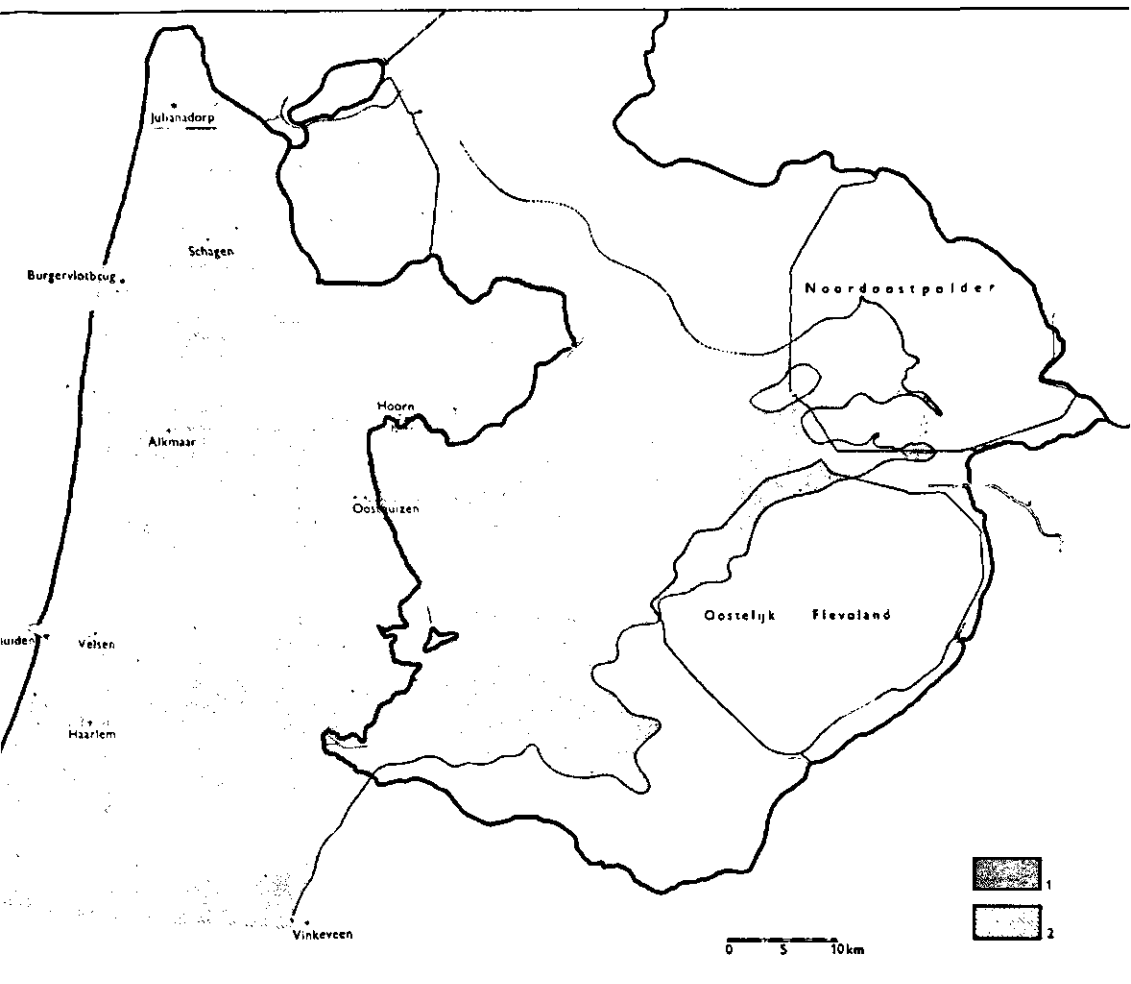


Fig. 2. Het Veen-op-grotere-diepte / *The Peat-at-greater-depth.*

1. Veen-op-grotere-diepte aanwezig / *Peat-at-greater-depth present*
2. Veen-op-grotere-diepte door erosie verdwenen / *Peat-at-greater-depth removed by erosion.*

doch dit behoort qua definitie, gezien het ontbreken van oudere mariene afzettingen, niet tot het Veen-op-grotere-diepte.

Het veen ontbreekt in een gedeelte van Noordholland rondom Alkmaar en Schagen, in een gebied ten zuidwesten van Haarlem en in twee stroken in het IJsselmeer. De begrenzing van het gebied in het IJsselmeer nabij Hoorn waar het Veen-op-grotere-diepte ontbreekt, wijkt in figuur 2 iets af van de in het vorige artikel (PONS en WIGGERS, 1958) aangegeven grens. Uit figuur 1 blijkt hoe grillig het voorkomen van het Veen-op-grotere-diepte tussen Hoorn en Oosthuizen is. Boringen, in het betreffende gebied uitgevoerd sedert het verschijnen van het voorgaande artikel, waren aanleiding de grens tussen het wel en niet voorkomen van het veen in het IJsselmeer iets te wijzigen. Het bodemprofiel aan de bovenzijde van het pleistocene zand is in vele gevallen

in dit gedeelte van het IJsselmeer wel aanwezig, zodat wij veronderstellen dat het ontbreken van het veen alhier ten dele primair is.

De aantasting van het veen en vrijwel steeds ook van het bovenste gedeelte van het onderliggende Pleistocene heeft in Noordholland en het Zuiderzeegebied in verschillende fasen plaats gevonden. Bij de behandeling van de diverse afzettingen zal nader op de daarmee gepaard gegaan zijnde erosie van het veen worden teruggekomen.

De aard, dikte en inklinking van het veen.

In de tunnelput te Velsen kon het Veen-op-grotere-diepte goed worden bestudeerd. Uit het onderzoek van DOPPERT (1957) en van BENNEMA and PONS (1957b, 1957c) bleek dat het veen steeds kleiig, en soms zeer kleiig ontwikkeld was. De genoemde schrijvers stellen zich de vorming daar ter plaatse als volgt voor:

Door de stijging van het grondwater onder invloed van de rijzing van de zeespiegel begon op de oppervlakte van het pleistocene zand veengroei op te treden. Aanvankelijk vond op vele plaatsen nog boomgroei plaats. De vegetatie, welke aanleiding gaf tot de veenvorming, wortelde in de minerale ondergrond, zodat het gevormde veen een eutroof tot mesotroof karakter droeg.

De stijging van de zeespiegel voltrok zich zo snel dat spoedig overstroming plaats vond, aanvankelijk met kleihoudend zoet water. In de ondiepe plassen werd een kleiige gyttja met verslagen veen afgezet. Deze sedimentatie verliep blijkbaar zo snel dat op verschillende plaatsen verlanding door rietgroei optrad (kragge-verlanding), waarbij kleiig rietveen ontstond, terwijl de rietwortels door het onderliggende gyttja-achtige materiaal groeiden. Op enkele plaatsen trad tenslotte zelfs groei van *Sphagnum*-veen op.

Bij de voortgaande rijzing van de zeespiegel werd de slappe, 1 à 1½ m dikke veen- en gyttja-laag overspoeld met brak water, waaruit zware, aanvankelijk nog humeuze tot gyttja-achtige klei sedimenteerde.

Door de druk van de bovenliggende sedimenten en door omzetting van een deel van de organische stof is de slappe laag van 1 à 1½ m dikte ten slotte gereduceerd tot een 20 à 40 cm dikke laag zeer sterk samengeperst veen tot enige klei.

Op andere plaatsen en in het bijzonder daar, waar het oppervlak van het Pleistoceen hoger lag dan ongeveer 10 m — N.A.P. kan de ontwikkeling van het Veen-op-grotere-diepte geheel anders zijn verlopen. Zo kan het stadium van de vorming van de gyttja of het verslagen veen geheel hebben ontbroken.

Ouderdom van het veen.

VERMEER-LOUMAN trok uit de haar ter beschikking staande gegevens de conclusie dat de pollendiagrammen van het Veen-op-grotere-diepte aanleiding gaven drie groepen te onderscheiden en wel ten eerste een groep, waarbij het veen geheel uit het Boreaal dateert, een tweede groep, waar zich in het veen de overgang van het Boreaal naar het Atlanticum weerspiegelt en een derde groep, waarin de veengroei geheel uit het Atlanticum dateert. De veenlagen welke tot groep I behoren liggen alle dieper dan 15 m — N.A.P.

FLORSCHÜTZ (1944) toonde aan dat het Veen-op-grotere-diepte in de tunnelput van Velsen, gelegen op een diepte van ongeveer 16.5 m — N.A.P., zich reeds in het Boreaal begon te vormen, doch dat de grens Boreaal-Atlanticum ongeveer in het midden van de veenlaag kon worden vermoed. Het onderzoek van DOPPERT (1957) in de tunnelput te Velsen heeft deze conclusie in zoverre bevestigd, dat bleek dat de veengroei alleen op de lagere plaatsen (dieper dan ca 16.5 m — N.A.P.) reeds tijdens het Boreaal was begonnen. Op hoger gelegen plaatsen (ca 16.5-15.5 m — N.A.P.) vond DOPPERT dat de veengroei begon bij de overgang van het Boreaal naar het Atlanticum; in beide gevallen heeft de eigenlijke veengroei voornamelijk in het Atlanticum plaats gevonden.

BENNEMA (1954) concludeerde onder andere uit de gegevens van VERMEER-LOUMAN, FLORSCHÜTZ (1944) en FLORSCHÜTZ en VAN DER VLIERK (1939) dat bij de overgang van het Boreaal naar het Atlanticum de zeespiegel ongeveer op 17 m — N.A.P. stond. In de tunnelput te Velsen vertoont het Veen-op-grotere-diepte thans een

gemiddelde dikte van ongeveer 30 cm. Rekening houdend met een samendrukking tot gemiddeld $\frac{1}{6}$ van de oorspronkelijke dikte, mag hieruit worden afgeleid dat de veenlaag aanvankelijk 1.5 à 2 m dik is geweest. Wanneer men uitgaat van een zeespiegelstand van 17 m — N.A.P. bij de overgang van het Boreaal naar het Atlanticum moet de oppervlakte van het pleistocene zand minstens op 18.5 à 19 m — N.A.P. hebben gelegen wil de veengroei bij de overgang van het Boreaal naar het Atlanticum door overstroming door de zee zijn geëindigd (BENNEMA, 1954).

Door VAN STRAATEN (1957) wordt melding gemaakt van het resultaat van een palynologisch onderzoek van Veen-op-grotere-diepte, gebaggerd $1\frac{1}{2}$ km uit de kust bij IJmuiden. De diepteligging van het veen bedraagt volgens VAN STRAATEN 16.5 à 17.5 m — N.A.P. Wij nemen op grond van de diepteligging van het pleistocene zand in deze omgeving aan, dat het veen afkomstig is van een diepte van ongeveer 19 m — N.A.P. (zie figuur 1, PONS en WIGGERS, 1958). Het einde van de veengroei viel zelfs op deze plaats nog in het begin van het Atlanticum.

Het Veen-op-grotere-diepte in de tunnelput van Velsen, gelegen op een diepte van ongeveer 16 m — N.A.P. bleek op 5 cm beneden de bovenzijde van het veen een ouderdom van 7200 ± 200 jaar te hebben, dus te dateren uit 5245 ± 200 v. Chr. Dit is in goede overeenstemming met de palynologische datering van DOPPERT (1957).

Het begin van de veengroei kan in tijd zeer sterk uiteenlopen. Veelal wordt de aanvang van de veenvorming op de zandondergrond in West-Nederland in verband gebracht met de stijging van de zeespiegel. Dit geldt echter slechts voor goed ontwaterde delen van het zandlandschap. In het Noordoostpoldergebied (WIGGERS, 1955) werd aangetoond dat de veengroei in kleine depressies in een golvend, slecht ontwaterd dekzandlandschap reeds in het Praeboreaal of het Boreaal kan zijn aangevangen, terwijl de ontwikkeling van het veen op dieper gelegen terreinen met een goede afwatering eerst in het Atlanticum plaats vond. Door PONS en BENNEMA (1958) is hierop ook gewezen, waarbij als voorbeeld werd genoemd de aanvang van de veengroei bij Vinkeveen in het Praeboreaal.

Behalve van Velsen zijn nieuwere gegevens omtrent het Veen-op-grotere-diepte in Noordholland bekend van Julianadorp en Burgervlotbrug (DU BURCK, 1958b). De groei van het Veen-op-grotere-diepte op een niveau van 5.0 à 8.5 m — N.A.P. vond hier eerst in het Atlanticum plaats. Uit het IJsselmeergebied zijn door FLORSCHÜTZ in 1942, 1944 en 1948 monsters van het Veen-op-grotere-diepte palynologisch onderzocht. Hoewel door de destijds gevolgde wijze van bemonsteren de resultaten van het onderzoek met enige voorzichtigheid dienen te worden gehanteerd, bleek uit de gegevens dat boreaal Veen-op-grotere-diepte slechts uiterst weinig of in het geheel niet in het IJsselmeer wordt aangetroffen.

DE LAAG VAN VELSEN.

Inleiding.

In het midden en zuiden van Noordholland en in een deel van het IJsselmeer blijkt op vele plaatsen onder zandige wadafzettingen en direct op het Veen-op-grotere-diepte een laag zware klei, meestal min of meer humeus, ter dikte van maximaal 2 m, doch veelal van 0.5 tot 1.5 m voor te komen (fig. 1).

Deze klei is door VAN STRAATEN (1954) in de tunnelput te Velsen beschreven als *Hydrobia*-klei en door BENNEMA (1954) ongeveer gelijktijdig als Laag van Velsen.

BENNEMA vermeldde het voorkomen van deze laag behalve uit Velsen ook uit de Haarlemmermeer en uit het gebied tussen de Haarlemmermeer en Vinkeveen. Door VAN STRAATEN (1957) en door BENNEMA and PONS (1957c) is deze afzetting in de tunnelput te Velsen uitvoerig beschreven.

VAN STRAATEN (1957) gaf de voorkeur aan de neutrale naam *Hydrobia*-klei boven

de naam Laag van Velsen, omdat volgens hem de betreffende afzetting meer een eenheid ten aanzien van de facies dan een stratigrafische eenheid vormt. Hoewel, zoals uit de volgende beschrijving zal blijken, de betreffende afzetting chrono-stratigrafisch slechts vaag kan worden gedefinieerd, prefereren wij de naam Laag van Velsen, aangezien naar onze mening bij nader onderzoek over een groter areaal een aanzienlijke variatie in de facies valt te verwachten.

Zoals nader zal worden aangetoond moet een afzetting om tot de Laag van Velsen te kunnen worden gerekend, voldoen aan de volgende voorwaarden: de afzetting moet liggen onmiddellijk op het Veen-op-grotere-diepte of op het pleistocene zand en onder zandige wadafzettingen. De afzetting moet niet door veen zijn bedekt of zijn bedekt geweest; hij moet voorkomen dieper dan 11 m — N.A.P. en ouder zijn dan 4 000 v. Chr.

Achtereenvolgens zullen worden besproken het voorkomen, de facies en de ouderdom van de Laag van Velsen.

Het voorkomen.

Zoals reeds werd opgemerkt nam BENNEMA (1954) aan dat de Laag van Velsen ook in de Haarlemmermeer en in het gebied tussen de Haarlemmermeer en Vinkeveen voorkwam. VAN STRAATEN (1957) meende op grond van de facies een kleilaag op een diepte van 12 m — N.A.P. in de Dokput N.D.S.M. te Tuindorp-Oostzaan ook tot de *Hydrobia*-klei te mogen rekenen, evenals een kleilaag gebaggerd op een afstand van 1½ km uit de kust bij IJmuiden. Zoals reeds is opgemerkt nemen wij aan dat de diepte waarop de klei hier voorkomt waarschijnlijk groter is dan door VAN STRAATEN wordt aangegeven.

In figuur 3 is de verbreiding van de afzetting welke wij tot de Laag van Velsen zouden willen rekenen, aangegeven. In deze figuur is onderscheid gemaakt in die gebieden waar de klei steeds of vrijwel steeds aanwezig is, in gebieden waar deze slechts plaatselijk is aangetroffen en in gebieden waar de klei primair of secundair ontbreekt of niet valt te onderscheiden van jongere kleiafzettingen met overeenkomstige facies.

Het secundair ontbreken kan op rekening worden gesteld van erosie van de klei tijdens de vorming van de bovenliggende zandige wadafzettingen, zoals ook in de tunnelpuut te Velsen is geconstateerd (PONS, 1958). Zo menen wij het ontbreken van de klei in het gebied rondom Alkmaar en Schagen in hoofdzaak aan latere erosie te moeten toeschrijven. Ook ten zuiden van Oosthuizen in Noordholland en in het Zuiderzeegebied kan de erosie bij de vorming van de zandige wadafzettingen, gezien de richting waarin deze zich in Noordholland in hoofdzaak heeft voltrokken, zeer waarschijnlijk wel aansprakelijk worden gesteld voor het plaatselijk ontbreken van de Laag van Velsen.

De facies.

De Laag van Velsen is veelal ontwikkeld als een zeer vaste, bagger- of gyttja-achtige kleilaag, meer of minder humeus. VAN STRAATEN (1957) beschreef deze afzetting uit de tunnelpuut te Velsen als een fijn-gelaagde klei, waarvan vooral het onderste gedeelte veel organische stof bevat. Het zandgehalte en de zandgrofheid nemen naar boven in de afzetting toe.

De klei bevat een zeer groot aantal exemplaren van *Hydrobia* van geringe afmetingen, voornamelijk van *Hydrobia ulvae*. Daarnaast zijn aanwezig *Hydrobia stagnorum*, *Littorina saxatilis*, *Littorina littorea*, *Rissoa membranacea*, *Cardium edule*, *Macoma balthica*, *Mytilus edulis* en *Scrobicularia plana*. Uit de fauna en de structuur van de afzetting meende VAN STRAATEN te mogen concluderen dat de klei is gevormd in een ondiepe, brakke lagune, die bij laag water niet droog viel. Tegen het einde van de vorming van de Laag van Velsen nam het zoutgehalte en de getijbeweging toe.

In boringen, uitgevoerd in 1958 in Noordholland door de Dienst der Zuiderzeewerken is in vele gevallen onmiddellijk op het Veen-op-grotere-diepte en onder zandige wadafzettingen een

kleilaag gevonden, welke wij qua definitie tot de Laag van Velsen willen rekenen. Het koolzure kalkgehalte varieerde in 17 monsters van 3 tot 16.5 %, het gehalte aan organische stof van 3.5 tot 15 % en het lutumgehalte van 20 tot 46 %. De diepte waarop de bovenkant van de klei in deze boringen is aangetroffen liep uiteen van 12 tot 17 m—N.A.P.

De genese van de Laag van Velsen stellen wij ons als volgt voor. Bij de snelle stijging van de zeespiegel ontstond landinwaarts van het gebied met zandige wadafzettingen een lagune, waarin de klei tot afzetting kwam. In de tunnelpuut te Velsen viel te constateren hoe over de lagunaire sedimenten al spoedig zandige wadafzettingen werden gedeponerd. De zones met wadafzettingen en met de Laag van Velsen verschoven bij het verder stijgen van de zeespiegel landinwaarts, waarbij de Laag van Velsen steeds werd overdekt door zandige wadafzettingen. Hieruit volgt tevens dat de Laag van Velsen des te jonger moet zijn naarmate deze hoger ligt.

Zoals bij de behandeling van de Watergraafsmeer-afzettingen zal blijken menen wij dat de kleilaag op het Veen-op-grotere-diepte ten westen van Vinkeveen door BENNEMA (1954) ten onrechte tot de Laag van Velsen is gerekend.

De ouderdom.

De ouderdom van de Laag van Velsen is op twee plaatsen met behulp van ^{14}C -metingen bepaald, en wel in Velsen en in Tuindorp-Oostzaan (VAN STRAATEN, 1957). De bepalingen in Velsen gaven voor het bovenste gedeelte van de laag een ouderdom van 7485 ± 150 , 7195 ± 230 en 7240 ± 240 , en voor de basis van 6905 ± 200 jaar. Gezien het feit dat een ^{14}C -bepaling op 5 centimeter beneden de top van het Veen-op-grotere-diepte een ouderdom van 7200 ± 200 jaar opleverde, menen wij de bepalingen van 7485 jaar voor de top en 6905 jaar voor de basis van de klei wel buiten beschouwing te mogen laten. Dit zou betekenen dat de klei is gevormd omstreeks 7200 ± 240 jaar geleden of omstreeks 5250 v. Chr. VAN STRAATEN concludeerde uit de bovengenoemde cijfers dat het begin van de vorming van de *Hydrobia*-klei plaats vond tussen 5450 en 5050 v. Chr. en dat de afzetting in wellicht niet meer dan 500 jaar was voltooid. De ^{14}C -bepaling van Tuindorp-Oostzaan gaf als resultaat een ouderdom van 6450 ± 250 jaar, hetgeen wil zeggen dat de Laag van Velsen aldaar werd gevormd omstreeks 4500 ± 250 v. Chr. (VAN STRAATEN, 1957).

VAN STRAATEN stelde 4 hypothesen op om de verschillen in diepteligging van de klei tussen IJmuiden, Velsen en Amsterdam (Tuindorp-Oostzaan) te verklaren. De conclusie van zijn beschouwingen was dat aangenomen moet worden dat de klei in Amsterdam 4 à 5 m ondieper ligt dan in Velsen en IJmuiden omdat de klei in Amsterdam jonger is en de bodemdaling en de diepte van de lagune in het westen groter zal zijn geweest. Naar onze mening kan het verschil in diepteligging vrijwel geheel op rekening van een verschil in ouderdom bij de snel stijgende zeespiegel worden gesteld.

Zoals in de volgende paragraaf nader zal worden aangetoond is door ons bij Pampus een veenlaag, gelegen op een kleilaag (Klei van Pampus) bemonsterd, welke een ouderdom van 6000 ± 80 jaar (4040 ± 80 v. Chr.) vertoonde. Deze klei willen wij niet meer tot de Laag van Velsen rekenen, daar wij immers aan de Laag van Velsen de eis stellen dat deze direct onder zandige wadafzettingen moet liggen en dus niet door veen is bedekt of bedekt is geweest. De Klei van Pampus ligt met zijn onderkant op een diepte van 10 à 11 m—N.A.P. (fig. 1, 6 en 9). Slechts kleilagen op een diepte beneden 11 m—N.A.P. zouden wij derhalve als behorend tot de Laag van Velsen willen beschouwen. Vandaar dat in figuur 3 de dieptelijn van het pleistocene oppervlak van 11 m—N.A.P. is ingetekend, waarbij moet worden bedacht dat op het pleistocene zand nog een laag Veen-op-grotere-diepte ter dikte van één tot enkele decimeters aanwezig is.

De Laag van Velsen, gedefinieerd als een mariene tot brakke afzetting, onmiddellijk gelegen op het Veen-op-grotere-diepte of het pleistocene zand en onder zandige wadafzettingen, voorkomend beneden 11 m—N.A.P., dateert uit het Boreaal of het At-

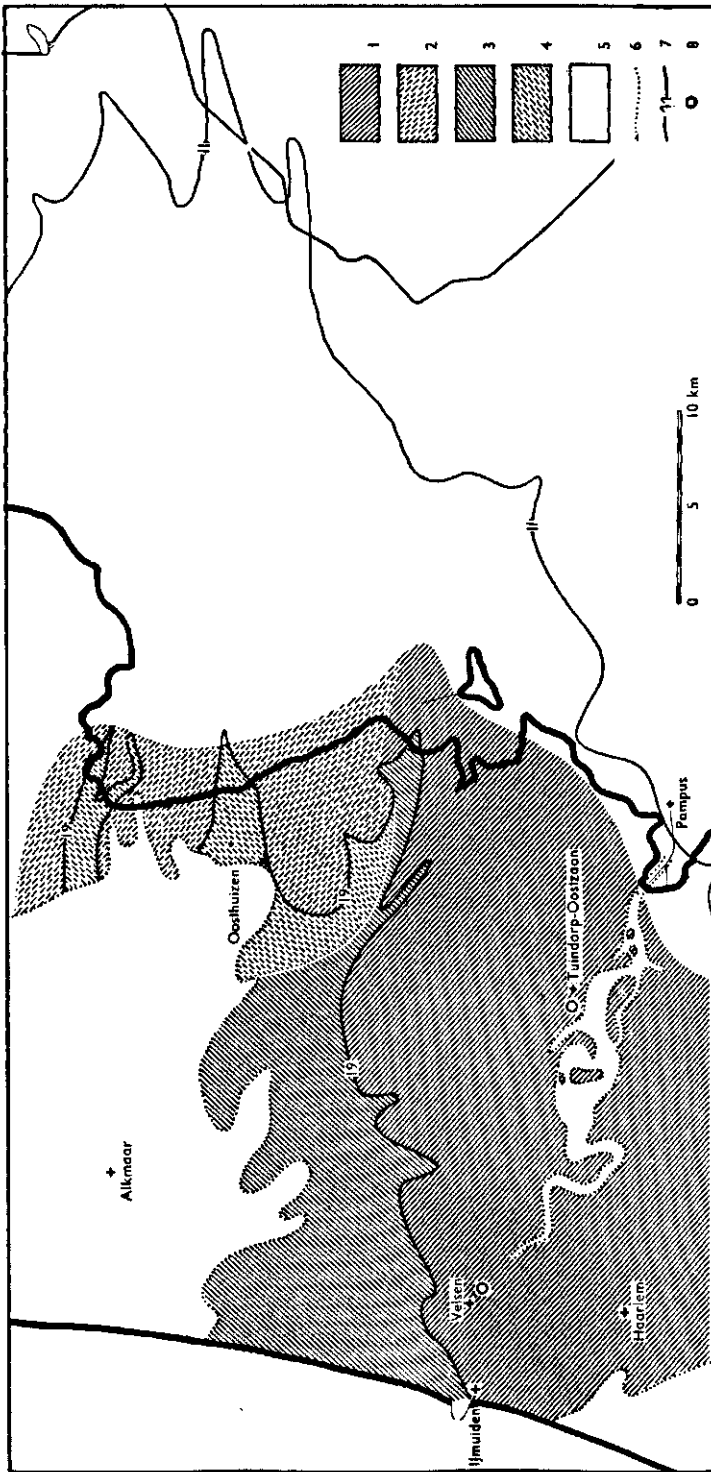


Fig. 3. De Laag van Velsen / The Layer of Velsen.

1. Afzettingen van atlantische ouderdom, steeds aanwezig / Deposits of Atlantic age, everywhere present — 2. Afzettingen van atlantische ouderdom, plaatselijk aanwezig / Deposits of Atlantic age, locally present — 3. Afzettingen van boreale ouderdom, steeds aanwezig / Deposits of Boreal age, everywhere present — 4. Afzettingen van boreale ouderdom, plaatselijk aanwezig / Deposits of Boreal age, locally present — 5. Afzettingen onbrekend of niet te onderscheiden van jongere afzettingen met overeenkomstige facies / Deposits absent or not to distinguish from younger deposits with similar facies — 6. Begrenzing van het gebied waarbinnen de afzettingen zijn getródeerd / Boundary of the area where the deposits have been removed by erosion — 7. Dieptelijn van de bovenkant van het Pleistoceen in m—N.A.P. / Counter of the Pleistocene surface in metres below A.O.D. — 8. Ligging van de 14C-profielen / Location of the 14C-profiles.

lanticum. Wanneer men met BENNEMA (1954) aanneemt dat de zeespiegel bij de overgang van het Boreaal naar het Atlanticum, dus omstreeks 5500 v. Chr., op ongeveer 17 m — N.A.P. stond, mag men, rekening houdend met de aanwezigheid van een oorspronkelijk 1 à 2 m dikke laag Veen-op-grotere-diepte, hieruit afleiden dat kleilagen met hun basis ondieper dan ca 19 m — N.A.P. in het Atlanticum zijn gevormd. Dieper voorkomende kleilagen zullen hoogstwaarschijnlijk een boreale ouderdom bezitten. Hierover zijn echter geen nauwkeurige gegevens bekend. De dieptelij van de bovenzijde van het Pleistoceen van 19 m — N.A.P. moet in figuur 3 derhalve als een zeer globale grens tussen de Laag van Velsen met een boreale en die met een atlantische ouderdom worden beschouwd.

DE OUDERE MARIENE AFZETTINGEN TOT EN MET DE STARNMEER-AFZETTINGEN.

Inleiding.

In de Starnmeerpolder komen onder een dun kleidek, dat behoort tot de later te bespreken Beemster- of Wieringermeer-afzettingen, zeer zandige wadafzettingen voor, die wij hebben aangeduid met de naam Starnmeer-afzettingen. Daar wij de Starnmeer-afzettingen en de oudere mariene afzettingen ouder dan de Starnmeer-afzettingen doch jonger dan de Laag van Velsen, wegens het ontbreken van veenlaagjes niet van elkaar kunnen onderscheiden, zullen wij in het onderstaande de bovengenoemde groep oudere mariene afzettingen in zijn geheel behandelen.

Facies.

Het complex van de oudere mariene afzettingen tot en met de Starnmeer-afzettingen bestaat uit een aantal verschillende afzettingen. Elk van deze afzettingen bestaat uit wadsedimenten en sedimenten die vermoedelijk onder water tot afzetting zijn gekomen. Waarschijnlijk zijn bij deze oudere mariene sedimenten kwelder- of gorsafzettingen niet tot ontwikkeling gekomen; we kennen althans de hiervoor karakteristieke, met riet doorgroeide kleilagen van deze afzettingen niet.

Het beeld dat we ons van de situatie tijdens de vorming van deze oudere mariene afzettingen moeten vormen is dat van een soort waddenzee, van de zee gedeeltelijk afgesloten door strandwallen. De wadsedimenten konden in deze tijd van snelle zeespiegelrijzing het bassin niet geheel vullen. Aan de randen, die werden gevormd door de verdrinkende veengordel (Veen-op-grotere-diepte) werden de kleiige tot gelaagde onderwater-sedimenten afgezet.

Figuur 5 toont een profiel door het voor latere erosie bewaard gebleven centrum en de noordelijke flank van de Starnmeer-afzettingen, de jongste van dit complex oudere mariene afzettingen. We treffen in het centrum van de afzetting een kern van zeer zandige wadsedimenten aan. Zijdelings gaan de afzettingen van deze kern over in zandige wadafzettingen met kleiige laagjes, welke allengs dikker worden. Tenslotte treft men slechts kleiige onderwater-afzettingen aan met dunne zandige laagjes, totdat ook deze laatste verdwijnen en men dikke kleiafzettingen vindt. Soms liggen de kleiafzettingen van diverse oudere mariene afzettingen op elkaar zonder aanwijsbare overgang, waardoor men ononderbroken kleilagen van 10 m dikte, zoals werd geconstateerd in de Koogpolder, kan aantreffen (zie fig. 1). Ook kunnen kleiige onderwater-sedimenten van een jongere afzetting de zandkern van een oudere bedekken, zoals in figuur 1 op diverse plaatsen is te zien.

Verbreiding.

Op de kaart (fig. 4) zijn zeer globaal twee wadzandlichamen weergegeven met de

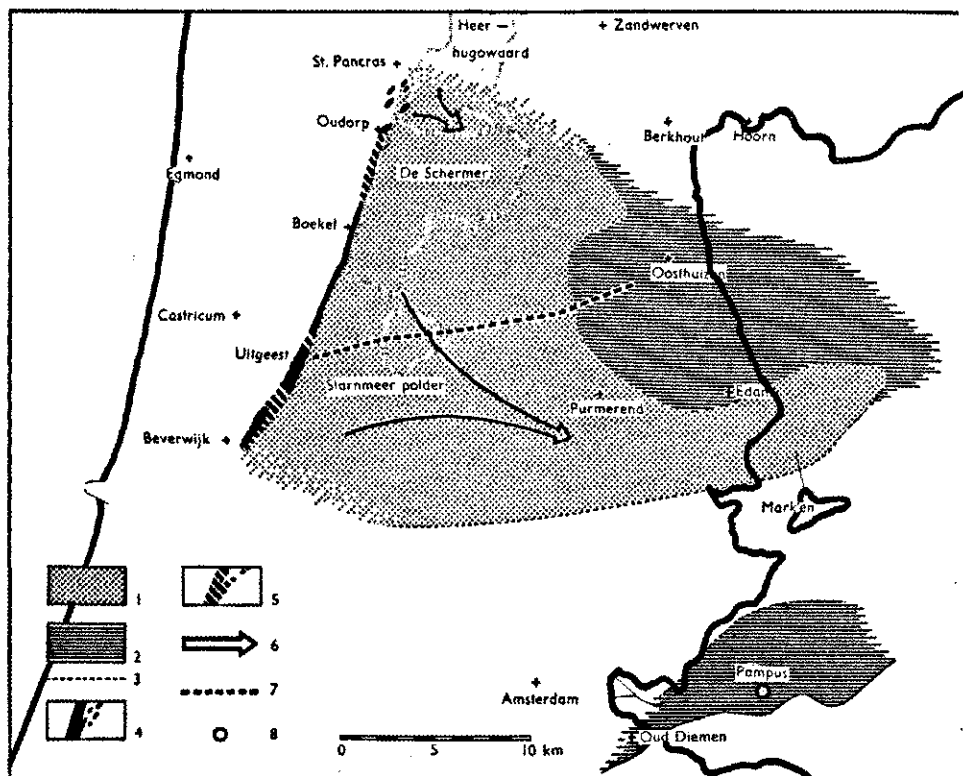


Fig. 4. De Starnmeer-afzettingen / The Starnmeer deposits.

1. Zandlichaam van de afzettingen; zand reikend tot 4 à 6 m — N.A.P. / Top of the sand of the deposits lying between 4 and 6 m below A.O.D. —
2. Kleiige afzettingen / Clayey deposits —
3. Begrenzing door latere erosie bepaald / Boundary determined by erosion in later periods —
4. Bijbehorende strandwal / Accompanying beach barrier —
5. Idem, later geërodeerd / Accompanying beach barrier eroded in later periods —
6. Voornaamste stroomrichting / Main direction of sedimentation —
7. Ligging van het profiel (fig. 5) / Location of the cross section (fig. 5) —
8. Ligging van het ^{14}C -profiel (fig. 6) / Location of the ^{14}C -profile (fig. 6).

daarbij behorende kleiige sedimenten. Het zuidelijke zandlichaam stelt de zeer zandige sedimenten voor van de eigenlijke Starnmeer-afzettingen, die zich voortzetten tot in het IJsselmeer voorbij Marken. Ook in het profiel (fig. 1) is dit Starnmeerzand te zien. Figuur 4 geeft ter hoogte van Oterleek, gelegen tussen de Heerhugowaard en de Schermer, nog een kleiner zandlichaam aan, dat vermoedelijk ongeveer even oud is als de Starnmeer-afzettingen. Het zand hiervan is, evenals dat in het westelijke deel van de Starnmeer-afzettingen, vrij grof. DU BURCK (1957) vermeldt het voorkomen van dit vrij grove zand op geringe diepte in de polder Westbeverkoog, direct ten oosten van de strandwal St. Pancras-Oudorp.

Door het profiel (fig. 1) zijn ook nog andere zandkernen gesneden, die alle behoren tot de hier besproken groep afzettingen. Vanaf het noorden zijn de volgende kernen van wadzand aangetroffen:

- 1) een vrij diep gelegen kern nabij Zwaagdijk
- 2) een vrij diep gelegen kern in het Hoornse Hop
- 3) een kleine, diepgelegen kern nabij Oosthuizen
- 4) de grote, hooggelegen kern van het Starnmeerzand nabij Purmerend.

De onder a-c genoemde kernen zijn niet op de kaart (fig. 4) aangegeven, daar de verbreiding ervan zeer onduidelijk is.

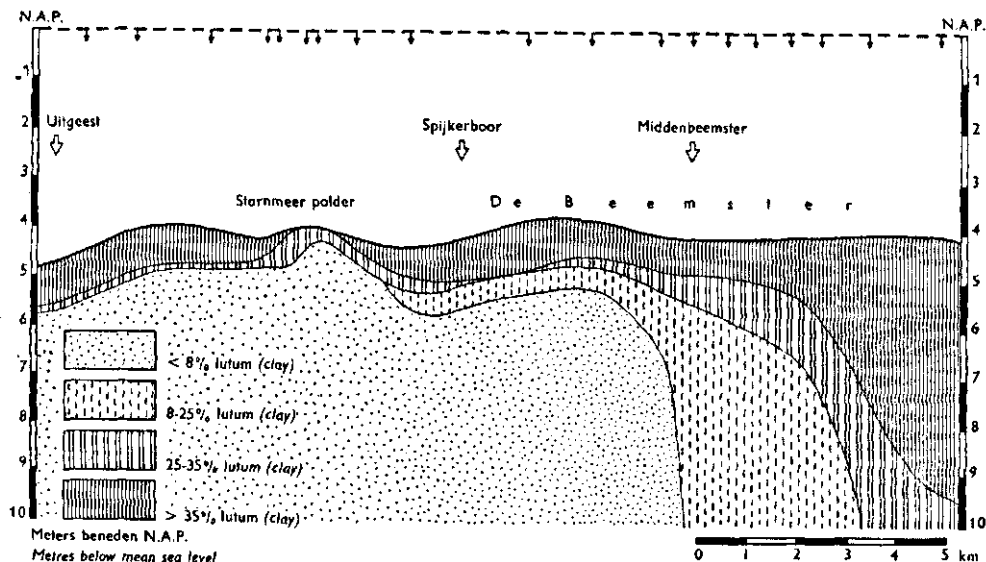


Fig. 5. Profiel door de oudere mariene afzettingen van Uitgeest via de Starnmeer polder door de Beemster (zie voor de ligging fig. 4).

Cross section of the older marine deposits from Uitgeest via the polder Starnmeer through the polder Beemster (see for location fig. 4).

Er zijn, vooral in het IJsselmeergebied, aanwijzingen dat de grote Starnmeer-zandkern (d) uit 2 delen bestaat, die boven elkaar zijn gelegen, en die door wat meer kleiige sedimenten op een diepte van 10 à 12 m — N.A.P. van elkaar zijn gescheiden.

De verbreiding van het Starnmeerzand (fig. 4) heeft een enigszins driehoekige vorm, waarvan de basis wordt gevormd door de lijn Boekel-Beverwijk en de top tot ten noordoosten van Marken reikt.

Aan de zuidzijde kennen we de oorspronkelijke uitbreiding van het zand van de Starnmeer-afzettingen niet goed, daar hier door jongere inbraken de oorspronkelijke afzettingen zijn omgewerkt. De noordelijke grens van het zandcomplex is nog geheel intact en kon nauwkeurig worden aangegeven.

In het zuidwestelijke deel van het IJsselmeer en nabij Ouddiemen is op enkele plaatsen een dunne kleilaag aangetroffen, welke naar het zuiden uitwigt in het veen en naar het noorden dikker wordt (fig. 1 en 9). De kleilaag bevindt zich op een diepte van 9 à 10 m — N.A.P., en is door ons voorlopig aangeduid als Klei van Pampus (fig. 6).

Deze kleilaag behoort vermoedelijk bij de Starnmeer-afzettingen of bij een nog oudere afzetting, doch in ieder geval tot het hier behandelde complex van sedimenten. Uitgaande van de verbreiding van de Klei van Pampus kon de zuidelijke grens van de kleiige oudere mariene afzettingen tot en met de Starnmeer-afzettingen vrij nauwkeurig worden aangegeven. Naar het noorden en oosten is de begrenzing uiterst vaag, daar de jongere, kleiige Beemster-afzettingen niet te scheiden zijn van de kleiige afzettingen van het hier behandelde complex. Wij hebben er dan ook van afgezien de grens van de oudere mariene afzettingen tot en met de Starnmeer-afzettingen naar het noorden en oosten aan te geven.

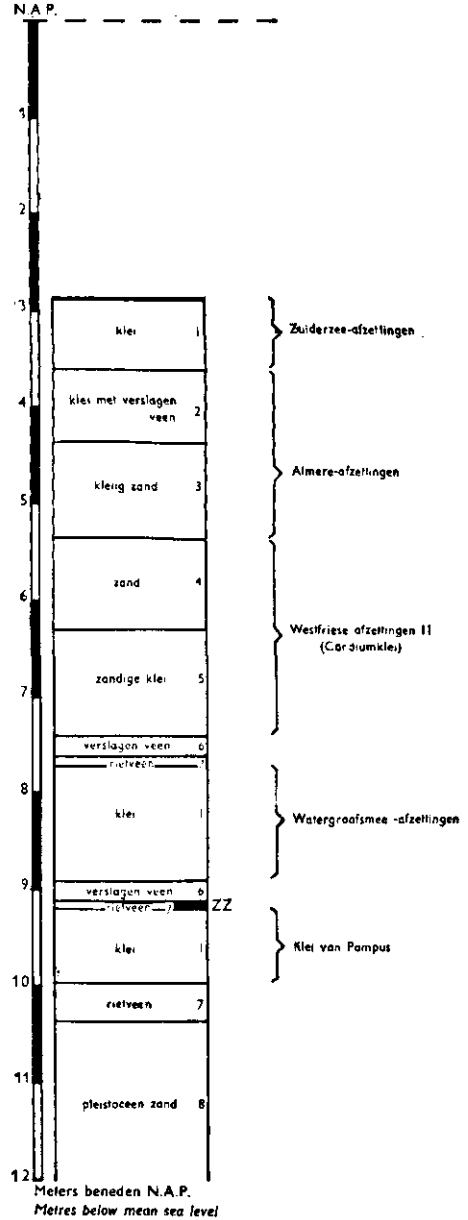
Fig. 6. ^{14}C -profiel bij Pampus (zie voor ligging fig. 4).

^{14}C -profile near Pampus (see for location fig. 4).

ZZ 1 = GRO 1628

$6000 \pm 80 = 4040 \pm 80$ v. Chr.

1. Clay
2. Clay with reworked peat
3. Clayey sand
4. Sand
5. Sandy clay
6. Reworked peat
7. Reed peat
8. Pleistocene sand



De strandwallen.

De strandwal van Uitgeest-Boekel, die wij met DE ROO (1953) als de oudste en oostelijkste van de strandwallen in het middengedeelte van de provincie Noordholland beschouwen, behoort bij de Starnmeer-afzettingen. Tegen het einde van de sedimentatie van de Starnmeer-afzettingen sloot deze strandwal het achterliggende gebied min of meer van de zee af, zodat hiermede aan de sedimentatie van de Starnmeer-afzettingen

een einde kwam. Daar deze strandwal door erosie bij jongere doorbraken ernstig is aangetast, is niet aan te geven waar het zeegat heeft gelegen. Ook aan de ligging van het Starnmeer-zand zelf is dit niet meer na te gaan, daar dit aan de zuidzijde door latere erosie ernstig is aangetast. Hoewel de opvatting van BENNEMA and PONS (1957c), dat deze strandwal zou behoren bij de jongste fase van de oude zeeklei (Wieringermeer-afzettingen) onjuist is gebleken, is het vermoedelijk wel zo, dat, zoals zij aangaven, het oostelijke deel van de brede strandwal van Beverwijk eveneens tot de hier besproken strandwal van Uitgeest-Boekel behoort, dus tot de oudste strandwalreeks van Noordholland. Ditzelfde geldt in het noorden voor de kleinere strandwallen, die DU BURCK (1957) ten oosten van de strandwal Oudorp-St. Pancras beschrijft. Deze passen geheel in het beeld, terwijl de ligging in het terrein overeenkomstig is. Dit wordt nog duidelijker wanneer de ligging van deze strandwal-fragmenten in verband wordt gebracht met de hierna te bespreken, jongere Omval-afzettingen en de daarbij behorende strandwallen.

Hoe deze oudste strandwal van Oudorp-Boekel-Uitgeest-Beverwijk in verband staat met de door BENNEMA (1954) en BENNEMA and PONS (1957c) als ouder dan de Wieringermeer-afzettingen beschreven strandwal van Spaarnwoude, is nog niet helemaal duidelijk.

De ouderdom.

De ouderdom van de Starnmeer-afzettingen, de jongste van het hier behandelde complex afzettingen, is niet gemakkelijk te bepalen. Direct boven de Klei van Pampus, die wij als synchroon of wat ouder dan de Starnmeer-afzettingen beschouwen, komt een veenlaagje voor. Dit veenlaagje op ca 9 m — N.A.P. bleek bij een ^{14}C ouderdomsbepaling (GRO 1628) een ouderdom te bezitten van 6000 ± 80 jaar, zodat deze laag is gevormd omstreeks 4040 v. Chr. Op grond hiervan menen wij te kunnen zeggen dat het einde van de Starnmeer-afzettingen op omstreeks 4000 v. Chr. of iets later moet worden gesteld.

De bovenkant van het Starnmeer-zand ligt in het middengedeelte van Noordholland tussen 4 en 6 m — N.A.P. (fig. 4). Wanneer wij nu met BENNEMA (1954) aannemen, dat omstreeks 4000 v. Chr. de zeespiegel op ca 8 à 9 m — N.A.P. stond, is het moeilijk te verklaren, hoe in die tijd zandplaten konden worden gevormd, met hun bovenkant op minstens $3\frac{1}{2}$ m boven de gemiddelde zeestand. Vermoedelijk moeten daarom de Starnmeer-afzettingen als wat jonger dan 4000 v. Chr. worden beschouwd en kan het einde van deze afzettingen worden gesteld op 4000 à 3500 jaar v. Chr.

Zoals reeds werd opgemerkt komen in het lengteprofiel (fig. 1) nog enkele dieper gelegen zandkernen voor. De hoogte van de bovenkant van de zandkernen a, b en c bedraagt respectievelijk ongeveer 8, 8 en 11 m — N.A.P. Mogelijk is de vorming verlopen in de volgorde c, b, a, d. De vorming van de oudste zandkern, die van Oosthuizen, moet gezien de curve van BENNEMA nog enige tijd vóór 4500 v. Chr. worden gesteld.

De ligging in verband met en de erosie van de bovenkant van het Pleistoceen.

Het profiel (fig. 1) geeft minstens vier zandkernen aan in de hier besproken oudere mariene afzettingen. De volgorde van vorming is vermoedelijk geweest: c (Oosthuizen) - b (Hoorse Hop) - a (Zwaagdijk) - d (Purmerend). Wanneer we de ligging van deze zandkernen op het profiel (fig. 1) vergelijken met de kaart van de bovenkant van het Pleistoceen (PONS en WIGGERS, 1958, fig. 1, bijlage) dan blijkt de opvulling van het pleistocene 'landschap' VI (het IJsseldal s.l. en het dal van de Eem (PONS en WIGGERS, 1958, fig. 2), voor zover na te gaan, als volgt te zijn verlopen:

In de eerste plaats is de diepste IJsselgeul beneden Oosthuizen opgevuld met zandige wadafzettingen (kern van Oosthuizen). Het dieper gelegen westelijke deel van het IJsseldal was ter hoogte

van de kust reeds eerder opgevuld. Deze wadafzettingen werden waarschijnlijk vanuit noordwestelijke richting aangevoerd via Alkmaar. Bij de afzetting werden in een strook lopende van Egmond via Alkmaar door het noordelijke deel van de Schermer en de Beemster, de oppervlakte van het Pleistoceen benevens een deel van de Laag van Velsen en het Veen-op-grotere-diepte ten zuiden van Hoorn opgeruimd.

Vervolgens werd de iets minder diepe IJsselgeul direct ten zuiden van Hoorn opgevuld. Hierbij werd in een strook lopende van het zuidelijke deel van de Heerhugowaard via Berkhout tot in het Hoornse Hop de oppervlakte van het Pleistoceen aangetast.

Daarna volgde de opvulling van het Eemdal via het reeds gedeeltelijk gevulde IJsseldal vanuit de richting Boekel en Uitgeest, waarbij de zandige kern bij Purmerend werd gevormd. Zoals uit figuur 4 blijkt kwamen op deze wijze de Starnmeer-afzettingen tot stand. De opvulling is wellicht met een kleine onderbreking lang voortgegaan. Bij de sedimentatie van dit zand is de oppervlakte van het Pleistoceen ten zuiden van Alkmaar waarschijnlijk aangetast.

Reeds tijdens de sedimentatie van de eigenlijke Starnmeer-afzettingen werd de wadzandkern nabij Zwaagdijk, gelegen tussen het hoger gelegen pleistocene gebied in het noorden en het wadzandlichaam bij Hoorn, gevormd. Hierbij werd in het westelijke deel van het gebied plaatselijk het bovenste gedeelte van het pleistocene pakket opgeruimd.

Aan het slot van de vorming van de Starnmeer-afzettingen was de erosie van de bovenkant van het Pleistoceen in het middengedeelte van Noordholland, globaal omvattende het gebied tussen Bergen, Zandwerven, Hoorn, Oosthuizen en Castricum, dus reeds beëindigd.

DE OMVAL-AFZETTINGEN.

In de noordwestelijke hoek van de Schermer komen tamelijk grofzandige afzettingen voor. Het gehucht Omval is gelegen op het vlakke, strandwalachtige deel van deze afzettingen, zodat deze sedimenten in het vervolg worden aangeduid met de naam Omval-afzettingen.

VON FRIJTAG DRABBE (1948) en DE ROO (1949 en 1953) beschrijven de afzettingen als te zijn ontstaan tengevolge van een doorbraak van de strandwal van Oudorp-Akersloot.

DE ROO (1953) wijt de doorbraak van de genoemde strandwal aan dezelfde zee-inbraak, die de binnendelta van Bergen opwierp. Hij neemt daarom aan dat de zeezandafzettingen ontstaan zijn na de afzetting van de oude zeeklei (oudere mariene afzettingen), terwijl PONS en KLOOSTERHUIS (1957) konden vaststellen dat de klei van de Beemster-afzettingen het zand van de Omval-afzettingen plaatselijk bedekt. De situatie van de strandwallen en van de oudere en jongere mariene afzettingen wijst duidelijk op een afzettingsperiode die ligt tussen de vorming van de Starnmeer-afzettingen en die van de Beemster-afzettingen.

Verbreiding.

De horizontale verbreiding van het Omval-zand is, hoewel wat groter dan op figuur 7 aangegeven, waarschijnlijk niet zeer uitgestrekt. De grofzandige zandruggen lopen wel ver door in de Schermer, doch eindigen dan vrij plotseling. Onder de jongere klei kon in de omgeving van de vingervormige zandruggen nog wat vrij grof zand worden aanbeoord; vermoedelijk zullen deze zandafzettingen naar het oosten wel overgaan in meer uitgebreide zandige en kleiige wadafzettingen. Daar deze echter niet van oudere en jongere afzettingen te onderscheiden zijn, hebben wij in figuur 7 de Omval-afzettingen slechts over een zeer beperkte oppervlakte aangegeven, namelijk voor zover ze een grofzandig karakter dragen. De in het noordelijk deel van de Schermer op enige diepte aanwezige wadafzettingen kunnen voor een deel zeer goed tot de Omval-afzettingen behoren. Daar het gehele pakket van Omval-afzettingen zich bevindt in het gebied, waar de Starnmeer-afzettingen als wadzand ontwikkeld zijn, is het onmogelijk de Omval-afzettingen naar beneden te begrenzen. Het gehele profiel bestaat tot grote diepte uit zeezand.

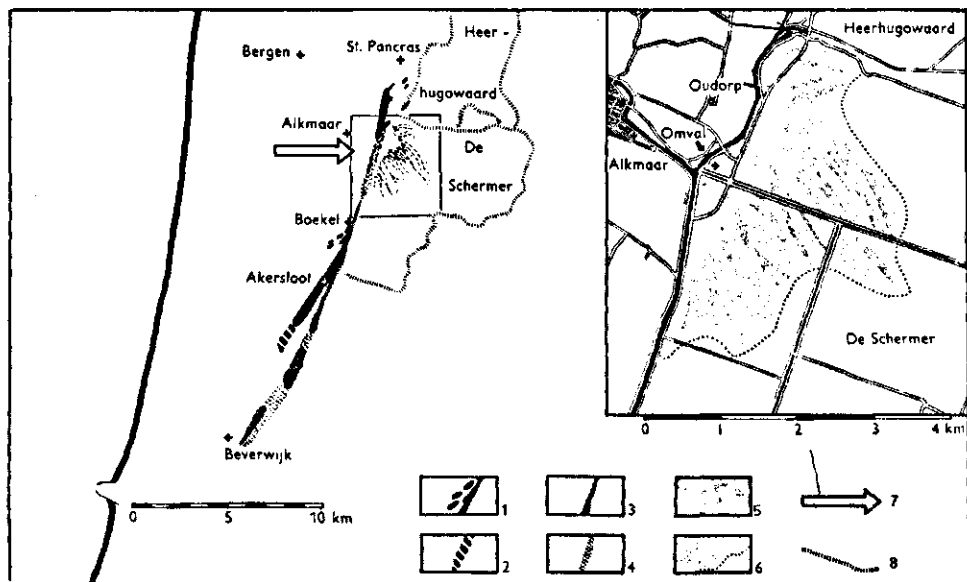


Fig. 7. De Omval-afzettingen / The Omval deposits.

1. Bijbehorende strandwallen / Accompanying beach barriers — 2. Idem, later geërodeerd / Accompanying beach barriers eroded in later periods — 3. Oudere strandwallen / Older beach barriers — 4. Idem, geërodeerd / Older beach barriers, eroded — 5. Zand van de afzettingen aan de oppervlakte / Sand of the deposits at the surface — 6. Zand van de afzettingen bedekt door jongere afzettingen / Sand of the deposits covered by younger deposits — 7. Ligging van het zeegat / Location of the inlet — 8. Begrenzing droogmakerijen / Boundary of polders (former lakes).

Het zeegat en de strandwallen.

Het zeegat van de Omval-afzettingen lag onmiddellijk ten zuidoosten van Alkmaar. Als de strandwallen die bij de Omval-afzettingen behoren, beschouwen wij ten zuiden van het zeegat de strandwal Akersloot-Boekel en enkele kleinere wallen, die door DE ROO (1953) als kleinere verheffingen van de strandvlakte ten zuiden van het Boekelermeer werden aangegeven. Ten noorden van het zeegat moet het oostelijke deel van de strandwal Oudorp-St. Pancras in deze tijd zijn gevormd.

De doorbraak van de oudere strandwallen bij Omval lag ongunstig voor het tot stand komen van een uitgestrekt waddengebied. Ten noorden en ten zuiden van de Omval-afzettingen lagen immers reeds betrekkelijk hooggelegen zandafzettingen (Starnmeer-afzettingen, zie fig. 4). De ruimte, waarin een nieuwe afzetting tot stand kon komen was dus slechts beperkt, terwijl ook het zeegat weer snel werd afgesloten door een lage strandwalachtige drempel, waarop Omval is gelegen.

De richting van de instroming, aangegeven door de grofzandige banen in figuur 7, is zeer duidelijk naar het zuidoosten gericht onder invloed van de aanwezige zandbarrières.

Facies.

De morfologie van het grofzandige deel van de Omval-afzettingen komt goed tot uitdrukking in het detail-kaartje bij figuur 7. Lange vingervormige ruggen van zeezand lopen vrij ver de Schermer in. Tussen deze 'vingers' bevinden zich lage stroken, waarin

de bovenkant van het zeezand aanmerkelijk dieper ligt. De hoogteverschillen tussen de bovenkant van het zeezand en de vingers bedragen in vele gevallen 2 m.

Het zand is kalkrijk en relatief grof en heeft hetzelfde karakter als kalkrijk strandwal- en zeezand. Kleilaagjes komen van oorsprong niet voor, wel secundair door verspoeling van het zand over jongere kleilagen. In de lage stroken vindt men onder de jongere klei wat veen, dat zich na de sluiting van de kust heeft gevormd. De Omval-afzettingen moeten worden beschouwd als langgerekte zeezandbanken, die bij een slechts korte tijd durende inbraak van de zee zijn gevormd.

De ouderdomsbepaling.

Voor het vaststellen van de ouderdom van de Omval-afzettingen staan ons geen directe bepalingen ten dienste. In verband met de vorming van de oudere en jongere afzettingen en gezien de geschiedenis van de strandwalvorming is het toch wel mogelijk om de ouderdom bij benadering aan te geven. De afzettingen zijn namelijk jonger dan de Starnmeer-afzettingen en ouder dan de Beemster-afzettingen. Zodoende moet hun ontstaan omstreeks 3500 v. Chr. worden gedateerd.

DE WATERGRAAFSMEER-AFZETTINGEN.

In de Watergraafsmeerpolder komt aan de oppervlakte een marien sediment voor, waaraan door ons de naam Watergraafsmeer-afzettingen is gegeven.

In het onderstaande zullen de verbreiding, de facies en de ouderdom van deze afzettingen, welke tot dusver tot de oude zeeklei werden gerekend, worden besproken.

De verbreiding.

Uitgaande van de Watergraafsmeerpolder laten de betreffende afzettingen zich vervolgen in zuidoostwaartse richting tot even voorbij Ouddiemen, waar de klei in het veen uitwigt op een niveau van ongeveer 6.5 m — N.A.P. (profiel III, fig. 9).

In zuidelijke richting is het voorkomen van deze afzettingen onderzocht door de Heer P. A. RIEZEBOS, fysisch-geografisch kandidaat aan de Gem. Universiteit te Amsterdam³. De kleilaag bleek te vervolgen tot in de polder Groot Mijdrecht, waar de afzetting plaatselijk is overdekt door een jongere kleiafzetting. De kleilaag wigt tenslotte in de omgeving van Vinkeveen uit (profiel I, fig. 9).

Ook naar het noorden vallen de Watergraafsmeer-afzettingen te vervolgen en wel via het IJsselmeer tot in het zuiden van Waterland, waar de noordgrens van het voorkomen is bepaald door de later opgetreden erosie bij de vorming van de nog te behandelen Wieringermeer-afzettingen (profiel II, fig. 9).

De oostgrens van de Watergraafsmeer-afzettingen is voor het gedeelte tussen de polder Groot Mijdrecht en de zuidelijke oever van het IJsselmeer vastgesteld door de Heer RIEZEBOS, voor het overige gedeelte door de beide auteurs. De grens van het voorkomen van de Watergraafsmeer-afzettingen in het IJsselmeer is voor wat betreft het zuidoostelijke gedeelte de natuurlijke uitwiggingsgrens. Het overige deel van de begrenzing in het IJsselmeer en in Waterland kan zowel een slechts globaal bekende grens als een erosiegrens voorstellen. Het betrekkelijk wijde net van boringen volgens hetwelk de verbreiding in het IJsselmeer is vastgesteld liet namelijk een nauwkeurige begrenzing niet toe. In Waterland en in een smalle zone, gelegen tussen de twee afzon-

³ Het onderzoek werd, met toestemming van Prof. dr J. P. BAKKER, verricht in het kader van het veldwerk voor fysisch-geografen aan de Gem. Universiteit van Amsterdam en stond in dit geval onder leiding van de schrijvers van dit artikel. De Heer RIEZEBOS stond de gegevens voor publicatie af, waarvoor wij hem op deze plaats gaarne dank zeggen.

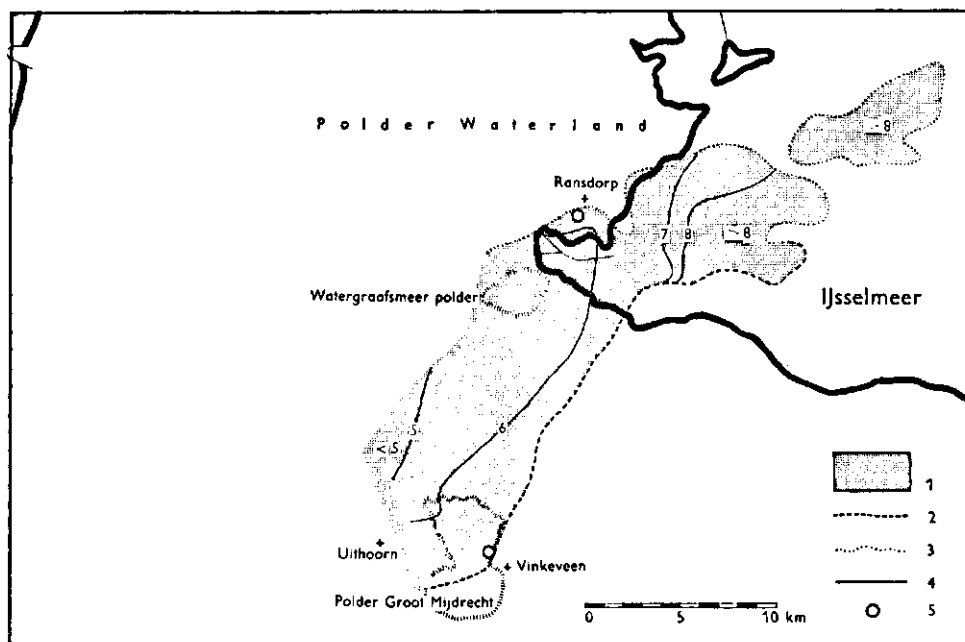


Fig. 8. De Watergraafsmeer-afzettingen / The Watergraafsmeer deposits.

1. Verbreiding van de afzettingen voor zover door ons vastgesteld / Distribution of the deposits as far as surveyed by us — 2. Grens waar de afzettingen in het veen uitwigen / Boundary where the deposits tongue out into the peat — 3. Erosiegrens van de afzettingen of globale begrenzing van het voorkomen / Boundary known only roughly or determined by erosion in later periods — 4. Dieptelijn van de bovenzijde van de afzettingen in m — N.A.P. / Depth of the surface of the deposits in metres below A.O.D. — 5. Ligging van de ^{14}C -profielen (fig. 10 and 11) / Location of the ^{14}C -profiles (fig. 10 and 11).

derlijke gebieden van de Watergraafsmeer-afzettingen in het IJsselmeer, moet de begrenzing worden beschouwd als te zijn bepaald door later opgetreden erosie.

Aangezien, zoals nog nader zal worden aangetoond, de samenhang van de Watergraafsmeer-afzettingen met een overeenkomstige afzetting in het westen nog niet is vastgesteld, is afgezien van een poging de westelijke begrenzing en de ligging van het zeegat of de zeegaten waardoor de klei is aangevoerd, aan te geven.

De facies.

De Watergraafsmeer-afzettingen zijn ten dele als zandige ten dele als zware, en soms humeuze sedimenten ontwikkeld. In de Watergraafsmeerpolder is het middelste gedeelte van het sedimentpakket zandig, hetgeen eveneens het geval is in het zuidelijke gedeelte van Waterland en in het noordelijke deel van de polder Groot Mijdrecht.

Het onderste gedeelte van het pakket Watergraafsmeer-afzettingen is veelal ontwikkeld als een baggerachtige, zware klei, afgezet onder water in een brak milieu. De facies komt enigermate overeen met die van de Laag van Velsen, beschreven door VAN STRAATEN (1957). Geleidelijk gaat deze zware klei naar boven over in zandige, veelal gelaagde wadafzettingen die op hun beurt weer overgaan in zware klei. In een groot deel van het in figuur 8 aangegeven gebied zijn de Watergraafsmeer-afzettingen ontwikkeld als een zware, doorgroeide, humeuze en vaak slappe klei.

BENNEMA (1953a) gaf een uitvoerige beschrijving van de oude zeeklei in de droogmakerij Groot Mijdrecht. Helaas werd door hem geen onderscheid gemaakt tussen de twee fasen, waarin de oude

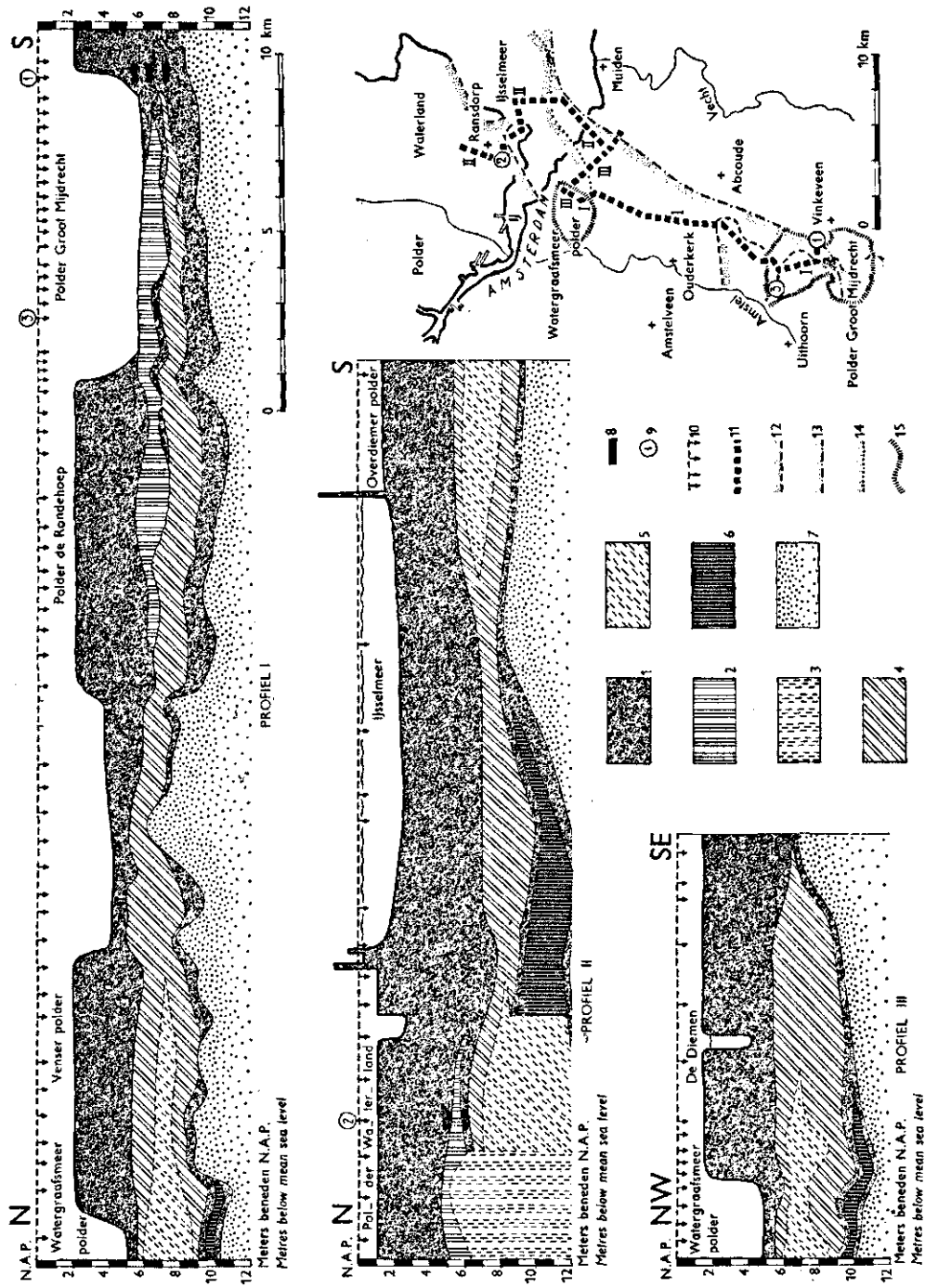


Fig. 9. Profielen door de oudere mariene afzettingen tussen de polders Waterland en Groot Mijldrecht.
Cross sections of the older marine deposits between the polders Waterland and Groot Mijldrecht.

1. Veen en afzettingen jonger dan de oudere mariene afzettingen / Peat and deposits younger than the older marine sediments — 2. Wieringermeer-afzettingen, klei-ige facies / Wieringermeer deposits, clayey facies — 3. Wieringermeer-afzettingen, zandige facies / Wieringermeer deposits, sandy facies — 4. Watergraafsmeer-afzettingen, klei-ige facies / Watergraafsmeer deposits, clayey facies — 5. Watergraafsmeer-afzettingen, zandige facies / Watergraafsmeer deposits, sandy facies — 6. Klei van Pampus / Clay of Pampus — 7. Pleistoceen / Pleistocene — 8. 14C-monsters (aangegeven in de profielen) / 14C-samples (indicated in the cross sections) — 9. Ligging 14C-profielen / Location 14C-profiles — 10. Boringen / Borings — 11. Ligging van de profielen I-III / Location of the cross sections I-III — 12. Oostgrens van de Wieringermeer-afzettingen / Eastern boundary of the Wieringermeer deposits — 13. Oostgrens van de Watergraafsmeer-afzettingen / Eastern boundary of the Watergraafsmeer deposits — 14. Oostgrens van de Klei van Pampus / Eastern boundary of the Clay of Pampus — 15. Begrenzing droogmakerijen / Boundary of polders (former lakes).

zeeklei in Groot Mijdrecht is gevormd. In een bespreking van het krekensstelsel in de droogmakerij Groot Mijdrecht merkte BENNEMA op dat het belangrijkste stelsel vanuit de omgeving van Uithoorn, dus vanuit het westen, het gebied van de Ronde Venen en de droogmakerij Groot Mijdrecht binnentreedt. Hij wees er evenwel op dat in het noorden van Groot Mijdrecht een zelfstandig systeem aanwezig is, dat zich niet tot het einde van de vorming van de oude zeeklei heeft gehandhaafd en dat doorsneden wordt door het stelsel van Uithoorn. Dit doorsnijden van het oudere systeem in het noorden door het jongere vanuit Uithoorn is ook op de kaart van BENNEMA met de eb- en vloedkrekten te zien (fig. 3, BENNEMA, 1953a).

Uit een nader ingesteld onderzoek is nu gebleken dat het stelsel vanuit Uithoorn tot een jongere fase behoort, waarvan de sedimenten door een veenlaag zijn gescheiden van die van de oudere fase, waaraan door ons de naam Watergraafsmeer-afzettingen is gegeven. Het jongere stelsel vanuit Uithoorn behoort tot de Wieringermeer-afzettingen, welke nog nader zullen worden besproken.

Bij het gedetailleerde onderzoek van PONS en DE VISSER (1956) is duidelijk gebleken dat de beschouwingen en gegevens van BENNEMA (1953a) voornamelijk betrekking hebben op deze jongere Wieringermeer-afzettingen, zodat hier niet nader op de publikatie van BENNEMA zal worden ingegaan.

Bij de kartering van de Watergraafsmeer-afzettingen viel steeds te constateren dat de kleilaag over grote afstanden zeer uniform van samenstelling is. Slechts in het noordwesten van de polder Groot Mijdrecht, dicht nabij het stelsel van krekens van waaruit de afzetting heeft plaats gevonden, vertoont het sediment een wat grotere variatie ten aanzien van de dikte en samenstelling. Verder ziet men overal van het oosten naar het westen, met name in de Watergraafsmeerpolder (profiel II, fig. 9), de normale verandering in het sediment optreden van een zware humeuze klei naar een zandige afzetting met een afwisseling van zandige en kleirijkere laagjes.

Op verzoek van Dr J. BENNEMA onderzocht Dr J. H. VAN VOORTHUYSEN de onderste klei in de polder Groot Mijdrecht op foraminiferen. De klei bleek, wat betreft zijn faunistische inhoud, sterk af te wijken van de erboven voorkomende rietklei, behorende tot de Wieringermeer-afzettingen. De klei bevatte een zeer soortenarm foraminiferen-geselschap van *Trochammina squamata* en *Quinqueloculina fusca*. De eerstgenoemde soort werd op deze plaats voor de eerste maal in Nederland aangetroffen, de laatstgenoemde soort is alleen recent uit de haven van Delfzijl bekend. Het gezelschap, waarin ook nog enkele exemplaren van *Nonion depressulus* en *Streblus beccarii* werden aangetroffen, wijst op een min of meer geïsoleerd gedeelte van een brakke boezem of brak estuarium, met niet of nauwelijks bewegend water en met slechte zuurstofvoorziening.

De ouderdom.

De Watergraafsmeer-afzettingen zijn op twee plaatsen met behulp van ^{14}C -bepalingen gedateerd.

In de eerste plaats nabij Vinkeveen, waar door Prof. dr F. FLORSCHÜTZ, Dr J. BENNEMA en Dr L. J. PONS een standaardprofiel werd bemonsterd. Hoewel het volledige verslag over het palynologische onderzoek en de gegevens van de ^{14}C -bepalingen nog niet is verschenen, zullen in het onderstaande enkele resultaten van het verrichte onderzoek worden vermeld.

In het profiel Vinkeveen (fig. 10) ziet men het pleistocene zand aanwezig op een diepte van ongeveer 8.5 m — N.A.P. Na een dunne laag zandig zeggeveen volgt een pakket mesotroof zeggeveen. Aan de bovenzijde van dit pakket is een ^{14}C -monster genomen, dat een ouderdom van 5890 ± 80 jaar bleek te bezitten, hetgeen betekent dat deze laag werd gevormd omstreeks 3930 v. Chr. (CV4 = GRO 980).

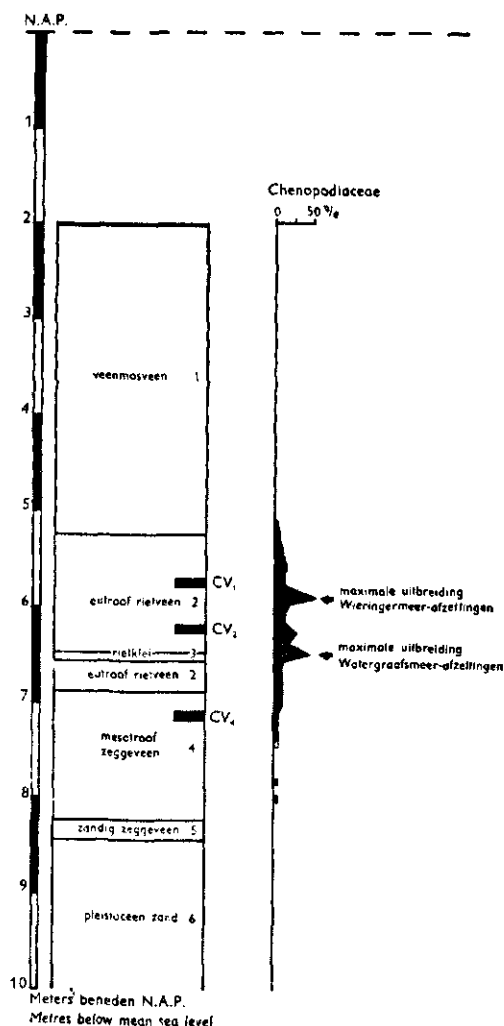
Na dit mesotrofe zeggeveen volgt eutroof rietveen, onderbroken door een dunne laag rietklei op een diepte van ongeveer 6.5 m — N.A.P. Het is deze laag welke door BENNEMA in zijn doorsnede Mijdrecht-Vinkeveen en in zijn profiel van de Noordzee naar Hilversum als identiek met de Laag van Velsen is beschreven (BENNEMA, 1954), doch welke door ons blijkt het profiel I uit figuur 9 tot de Watergraafsmeer-afzettingen wordt gerekend. Blijkens het diagram van figuur 10 nam de hoeveelheid *Chenopodiaceae* vóór en tijdens de vorming van deze laag duidelijk toe. Even boven deze kleilaag, op een diepte van 6.25 m — N.A.P. waar de *Chenopodiaceae*-lijn weer duidelijk afneemt, werd een ^{14}C -monster genomen (CV2 = GRO 988). De ouderdom

Fig. 10. ^{14}C -profiel bij Vinkeveen (voor ligging zie fig. 9).

^{14}C -profile near Vinkeveen (for location see fig. 9).

CV1 = GRO 978 $4200 \pm 80 = 2240 \pm 80$ v. Chr.
 CV2 = GRO 988 $5150 \pm 60 = 3190 \pm 60$ v. Chr.
 CV4 = GRO 980 $5890 \pm 80 = 3930 \pm 80$ v. Chr.

1. *Sphagnum* peat
2. *Eutrophic* reed peat
3. Reed clay
4. *Mesotrophic* sedge peat
5. Sandy sedge peat
6. Pleistocene sand



van dit monster eutroof rietveen bleek 5150 ± 60 jaar te bedragen, hetgeen dus neerkomt op een vorming omstreeks 3190 v. Chr.

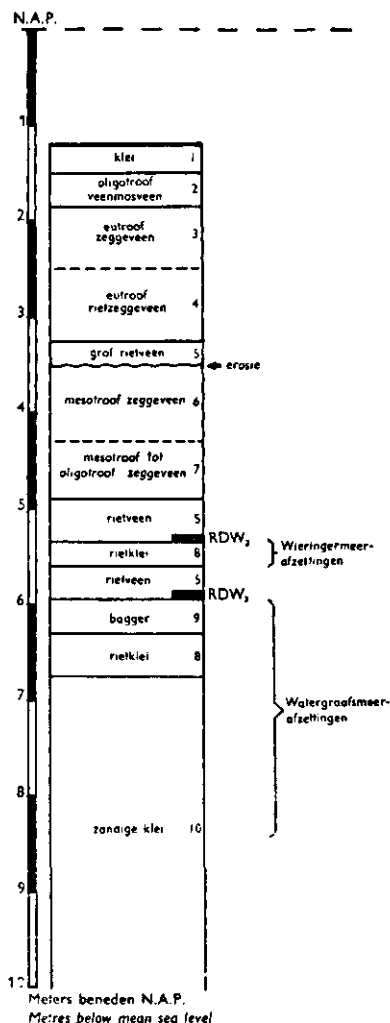
In het eutrofe rietveen valt tussen 5.5 en 6 m — N.A.P. opnieuw een sterke uitbreiding van de *Chenopodiaceae* te constateren. Een ^{14}C -monster, genomen op een diepte van 5.75 m — N.A.P., wederom boven de maximale uitbreiding van de *Chenopodiaceae*, gaf de ouderdom van $4200 \pm 80 = 2240 \pm 80$ v. Chr. (CV1 = GRO 978). Onmiddellijk hiervoor viel op deze plaats de maximale uitbreiding van de Wieringermeer-afzettingen, zoals nog nader zal worden aangetoond.

Nabij Ransdorp in Waterland werd eveneens een veenlaag onderzocht, gelegen onmiddellijk boven de Watergraafsmeer-afzettingen (fig. 9 en 11). Op de zandige klei van de Watergraafsmeer-afzettingen volgen een laag rietklei en een laag bagger, welke reiken tot 6 m — N.A.P. en waarboven zich rietveen heeft gevormd. In de laag rietveen werd het monster RDW 3 = GRO 1608 genomen. De ouderdom van deze laag be-

Fig. 11. ^{14}C -profiel bij Ransdorp / ^{14}C -profile near Ransdorp.

RDW2 = GRO 1609 $4500 \pm 70 = 2540 \pm 70$ v. Chr.
 RDW3 = GRO 1608 $5090 \pm 70 = 3130 \pm 70$ v. Chr.

1. Clay
2. Oligotrophic Sphagnum peat
3. Eutrophic sedge peat
4. Eutrophic reed and sedge peat
5. Coarse reed peat
6. Mesotrophic sedge peat
7. Mesotrophic to oligotrophic sedge peat
8. Reed clay
9. Gyttja
10. Sandy clay



droeg 5090 ± 70 jaar, hetgeen betekent dat de laag werd gevormd omstreeks 3130 v. Chr.

De beide bepalingen van de ouderdom van een veenlaag even boven de Watergraafsmeer-afzettingen gaven dus als resultaat 3190 ± 60 en 3130 ± 70 v. Chr. Gezien het feit dat de afzetting iets ouder moet zijn dan het nadien gevormde veen zouden wij het einde van de vorming van de Watergraafsmeer-afzettingen willen plaatsen omstreeks 3200 v. Chr., hetgeen dus omstreeks 1000 jaar eerder is dan het einde van de vorming van de Wieringermeer-afzettingen, zoals nog nader zal worden aangetoond.

De Watergraafsmeer-afzettingen zijn, gezien de resultaten van het onderzoek bij Pampus (ZZ 1 = GRO 1628), waar een onderliggende veenlaag een ouderdom van $6000 \pm 80 = 4040 \pm 40$ v. Chr. vertoonde, op deze plaats gevormd enige tijd ná 4000 doch vóór 3200 v. Chr.

Inleiding.

In het middengedeelte van de provincie Noordholland en in het midden van het IJsselmeer komen oudere mariene afzettingen voor, die door ons worden aangeduid met de naam Beemster-afzettingen. Over een grote oppervlakte vormen deze afzettingen de afsluiting van de in dit artikel behandelde oudere mariene afzettingen. Dit is het geval in het gebied tussen Alkmaar en het centrum van het IJsselmeer en tussen Leek en Edam. In Noordholland ontbreken in het centrale deel alle jongere mariene afzettingen eveneens, zodat in enkele droogmakerijen en met name in de Beemster, deze oudere mariene afzettingen aan de oppervlakte treden.

In vroegere publikaties (TESCH, 1947; DU BURCK en ENTE, 1954) zijn de Beemster-afzettingen steeds opgevat als oude zeeklei en als zodanig samen met andere oude-zeekleiafzettingen beschreven. DU BURCK, ENTE en PONS (1956) gebruikten de aanduiding atlantische klei, terwijl PONS (1957) deze afzettingen te Hauwert-Zwaagdijk aanduidde met de naam Beemsterklei. Het was PONS namelijk gebleken dat de uiterst gelijkmatige, zware klei te vervolgen was tot in de Beemster, waar deze zeer duidelijk ontwikkeld was en aan de oppervlakte trad.

Daar bij het latere onderzoek is vastgesteld dat de Beemsterklei naast kleilagen ook zandige sedimenten omvat worden deze afzettingen thans aangeduid met de naam Beemster-afzettingen.

De Unioklei voorkomende in de geul onder de zuidelijke dijk van de Noordoostpolder en beschreven door VAN DER HEIDE en WIGGERS (1954) en door WIGGERS (1955) moet eveneens tot de Beemster-afzettingen worden gerekend.

Verbreiding.

De Beemster-afzettingen zijn weliswaar niet door veenlaagjes van oudere afzettingen gescheiden, doch wel van de iets jongere Wieringermeer-afzettingen. Daardoor en door hun karakteristieke uniforme samenstelling was het bepalen van het verbreidingsgebied veelal niet moeilijk. Dit gebied, dat een min of meer driehoekige vorm heeft met de toenmalige strandwallenkust als basis en de zuidpunt van Schokland als top, is aangegeven in figuur 12.

In het westen wordt de grens gevormd door de toen reeds aanwezige strandwallenrij Boekel-Oudorp. De afzetting wigt hier als een dunne kleilaag uit op het strandwalzand.

De zuidgrens van Boekel tot voorbij Marken in het IJsselmeer is met vrij grote zekerheid vastgesteld. De afzetting wigt hier uit over het Starnmeer-zand. Verder naar het oosten tot Lelystad is de zuidgrens zeer onzeker. Erosie door jongere Wieringermeer-afzettingen heeft hier plaats gehad, terwijl het niet helemaal duidelijk is hoe de grens met de Watergraafsmeer-afzettingen verloopt. In de ver naar het oosten dringende punt nabij Schokland bevinden zich de Beemster-afzettingen in een pleistocene IJsselgeul (VAN DER HEIDE en WIGGERS, 1954; WIGGERS, 1955).

De oost- en noordgrens vielen gemakkelijk vast te stellen; een dunne laag Beemster-klei wigt hier overal uit in veen, direct boven het pleistocene zand. Verder naar het westen moet de grens door de Wieringerwaard en langs Schagen hebben gelopen, doch hier hebben jongere afzettingen (Wieringermeer-afzettingen en Westfriesse afzettingen) de Beemster-afzettingen geheel opgeruimd. Dit is ook het geval geweest in het noordelijke deel en langs de westelijke rand van de Heerhugowaard, in de Wogmeer, rondom Obdam en in de noordwestelijke punt van de Schermer. In de Wieringermeer en in Westfriesland werden smalle stroken geërodeerd bij de vorming van respectievelijk de Wieringermeer-afzettingen en de Westfriesse afzettingen.

De dikte en het zand van de afzettingen.

De totale dikte van de Beemster-afzettingen is op vele plaatsen zeer moeilijk te bepalen door het ontbreken van een veenlaag aan de onderzijde van het pakket. Langs de noord- en de ooststrand wiggen de afzettingen via zeer dunne kleilagen in het veen uit

(fig. 1). Langs de zuidrand ligt de klei van de Beemster-afzettingen op oudere, zandige sedimenten (Starnmeer-afzettingen), zodat de Beemster-afzettingen aldaar ook naar beneden kunnen worden begrensd. Elders kan de dikte van de Beemster-afzettingen niet worden aangegeven, aangezien geen onderscheid kan worden gemaakt tussen de eigenlijke Beemster-afzettingen en de onderliggende oudere sedimenten. In het profiel (fig. 1) is volstaan met aan te geven welk gedeelte van de oudere mariene afzettingen naar alle waarschijnlijkheid tot de Beemster-afzettingen behoort. Men ziet in dit profiel dat ten noorden van Purmerend het bovenste gedeelte van de oudere mariene afzettingen tot de Beemster-afzettingen wordt gerekend.

Evenals de Starnmeer-afzettingen zijn de Beemster-afzettingen opgebouwd uit een kern van zeer zandige sedimenten met daaraan aansluitend een groot complex kleiige afzettingen. In het profiel (fig. 1) is de zandkern, welke daar ter plaatse reikt tot ongeveer 5 m — N.A.P., ter hoogte van de polder Beschoot aangegeven.

Deze zandkern ligt temidden van kleiige oudere mariene afzettingen, die gedeeltelijk zijn opgeruimd bij de vorming van deze zandkern. Het zandlichaam van de Beemster-afzettingen liep van Broek op Langedijk via het middelste gedeelte van de Heerhugowaard door de polder Wogmeer over Berkhout-Avenhorn en via de polder Beschoot tot in het IJsselmeer en eindigde daar reeds spoedig. De begrenzing van het eigenlijke zandlichaam valt ongeveer samen met de 3-m lijn uit figuur 12.

In het centrale deel van de Heerhugowaard bestaan de Beemster-afzettingen tot aan de oppervlakte uit zand. De zandoppervlakte duikt naar het oosten echter spoedig weg onder zandige klei en klei. In oostelijke richting wordt deze kleilaag steeds dikker en lutumrijker; in de polder Beschoot en bij Berkhout is de kleilaag reeds meer dan 2 m dik, welke dikte naar het oosten nog toeneemt.

Vermoedelijk heeft ten noorden van Alkmaar bij de vorming van de Beemster-afzettingen nog enige erosie van de bovenkant van het pleistocene pakket plaats gevonden.

De hoogteligging van de bovenkant van de afzettingen.

Door middel van dieptelijnen is op figuur 12 de hoogteligging van de bovenkant van de Beemster-afzettingen aangegeven. Deze lijnen konden zeer gemakkelijk worden getrokken, daar het oppervlak van deze afzettingen over vrij grote afstanden geringe hoogteverschillen te zien geeft. Figuur 13 geeft hiervan een fraai beeld. Tussen Leek en Middellie werd een groot aantal boringen verricht, zowel in veenpolders (De Zeevang, Beetskoog) als in uitgeveende polders (Westerkogge, Beschoot), waarbij de ligging van de bovenkant van de Beemster-afzettingen t.o.v. N.A.P. nauwkeurig werd bepaald. In figuur 13 is de huidige hoogteligging van de bovenkant van de Beemster-afzettingen, met weglating van de jongere afzettingen, aangegeven. Tengevolge van de inklinking van de kleilaag, welke in de uitgeveende polders is opgetreden, ligt de bovenzijde van de Beemster-afzettingen aldaar lager, zoals in figuur 13 is te zien wanneer de hoogteligging van de klei in de uitgeveende polder Beschoot wordt vergeleken met die in de niet verveende polder Beetskoog. De inklinking kan worden berekend op ongeveer 50 cm. In figuur 13 is met een onderbroken lijn de vermoedelijk oorspronkelijke hoogteligging van de bovenkant van de Beemster-afzettingen in de uitgeveende polders aangegeven.

Zoals uit figuur 13 valt af te leiden, vertoont de oppervlakte van de klei over grote afstand slechts geringe hoogteverschillen. In de polders Westerkogge en Beschoot reikt de klei het hoogst, namelijk maximaal tot ongeveer 2.3 — N.A.P. Zowel naar het noorden als naar het zuiden daalt het oppervlak zeer regelmatig, doch weinig. Vooral

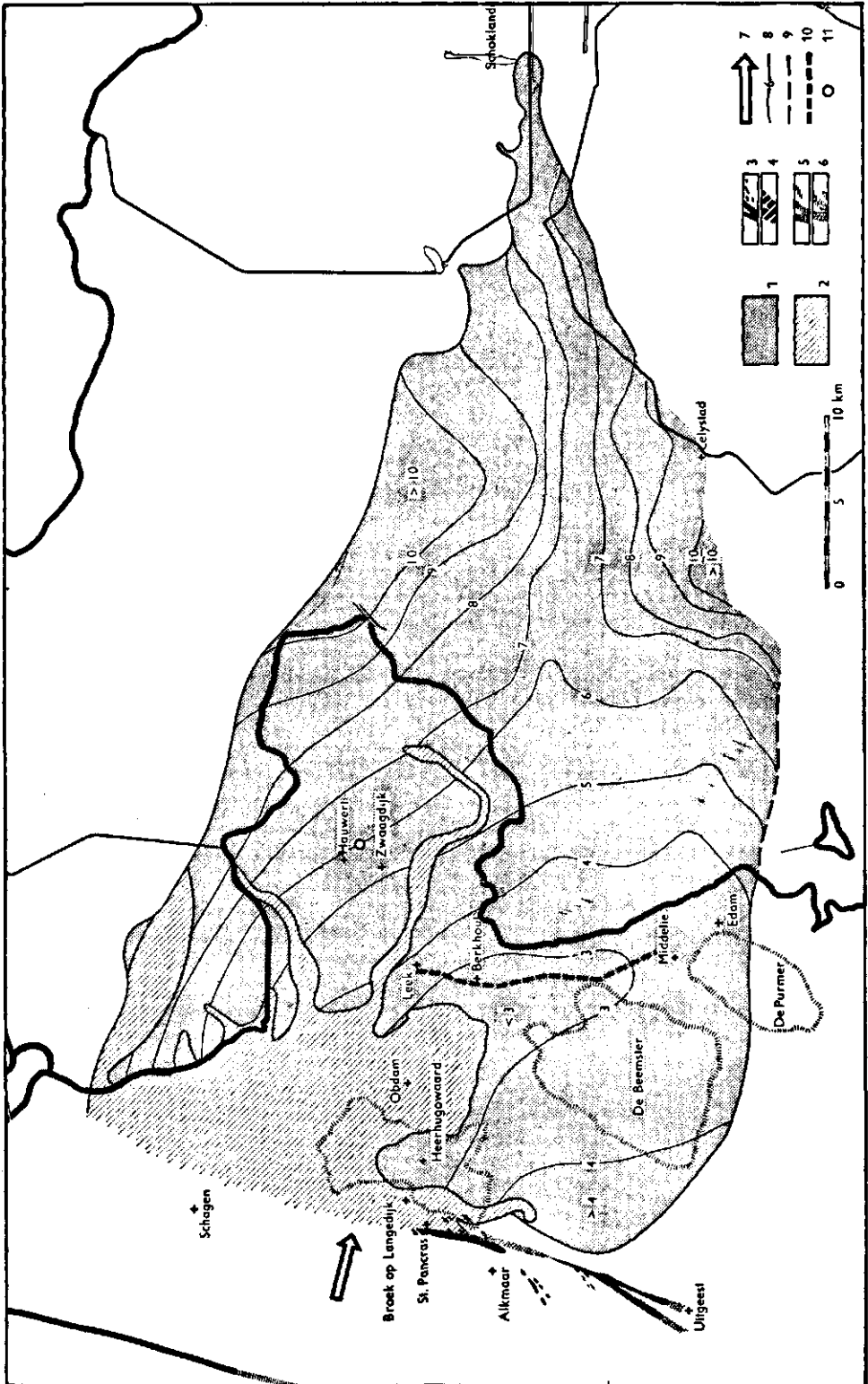


Fig. 12. De Beemster-afzettingen / The Beemster deposits.

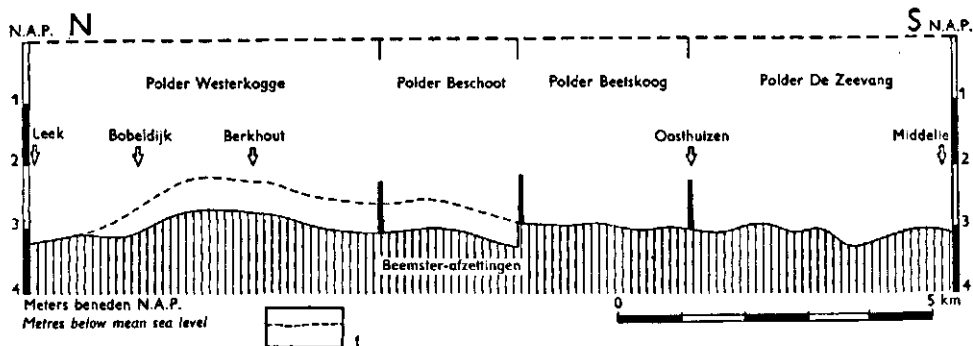


Fig. 13. De hoogteligging van de bovenzijde van de Beemster-afzettingen tussen Leek en Middelie (zie voor de ligging fig. 12).

Depth of the surface of the Beemster deposits between Leek and Middelie (see for location fig. 12).

1. Berekende hoogteligging vóór de inklinking van de afzettingen / Calculated depth before the settling of the deposits.

de helling naar het zuiden is gering. Van Berkhout tot Middelie daalt de bovenzijde van de Beemster-afzettingen over een afstand van 11 km van 2.3 tot 3.1 à 3.5 m — N.A.P. Naar het noorden is de helling iets groter; van Bobeldijk naar Leek daalt de bovenzijde over een afstand van 2 km van 2.3 tot 3.3 m — N.A.P.

Ook in het profiel (fig. 1) is het geleidelijk afhellen van de Beemster-afzettingen naar het noorden en zuiden te zien. De onregelmatigheden die hier in de diepteligging van de bovenzijde van de Beemster-afzettingen optreden zijn vooral te wijten aan het traject dat voor dit profiel is gekozen. De profiellijn vertoont namelijk enkele knikken, waardoor het profiel soms loodrecht op de isohypsen van de bovenzijde van de Beemster-afzettingen verloopt, soms echter vrijwel evenwijdig daaraan.

Behalve bij Berkhout-Bobeldijk ligt de bovenzijde van de Beemster-afzettingen ook in het centrale deel van de Heerhugowaard op ongeveer 2.3 m — N.A.P. Hieruit menen wij te mogen concluderen dat oorspronkelijk de Beemster-afzettingen in de gehele strook tussen het centrale deel van de Heerhugowaard en van de polder Westerkogge tot ongeveer 2.3 à 2.5 m — N.A.P. hebben gereikt.

Als toelichting op de isohypsen van figuur 12 moge het volgende dienen.

Bij een onderzoek, ingesteld in Noordholland naar de inklinking van de oudere mariene afzettingen en speciaal van de Beemster-afzettingen, zulks met het oog op de prognose van de te verwachten inklinking van overeenkomstige afzettingen in de Markerwaard, is gebleken dat de bovenzijde van de Beemster-afzettingen in de droogmakerijen als de Beemster en in de uitgeveende polders als Beschoot, 0.5 à 1 m dieper ligt dan in de aangrenzende veenpolders. Bij de samenstelling van de kaart aangevende de diepteligging van de bovenzijde van de Beemster-afzettingen (fig. 12) is echter geen rekening gehouden met de sedert de vorming van de sedimenten opgetreden inklinking.

Daar staat echter tegenover dat in de droogmakerijen en uitgeveende polders een huneuze tot

1. Verbreiding van de afzettingen / Distribution of the deposits — 2. Afzettingen later geërodeerd / Deposits eroded in later periods — 3. Bijbehorende strandwallen / Accompanying beach barriers — 4. Idem, later geërodeerd / Accompanying beach barriers eroded in later periods — 5. Oudere strandwallen / Older beach barriers — 6. Idem, geërodeerd / Older beach barriers, eroded — 7. Ligging van het zeegat / Location of the inlet — 8. Dieptelijn van de bovenzijde van de afzettingen in m — N.A.P. / Depth of the surface of the deposits in metres below A.O.D. — 9. Begrenzing van de afzettingen door latere erosie bepaald / Boundary determined by erosion in later periods — 10. Ligging van het profiel (fig. 13) / Location of the cross section (fig. 13) — 11. Ligging van het ^{14}C -profiel (fig. 16) / Location of the ^{14}C -profile (fig. 16).

venige kleilaag aanwezig is. In de droogmakerijen is deze tijdens het meer-stadium op de Beemster-afzettingen gesedimenteerd. In de uitgeveende polders is een ongeveer even dikke venige kleilaag aanwezig, als restant van de vergane veenlaag en een oorspronkelijk daarop aanwezig geweest zijnd kleilig dek. Deze humeuze tot venige lagen zijn thans ongeveer 25 à 40 cm dik en liggen in het algemeen op de ongestoorde Beemster-afzettingen.

Ook met deze factor is op de kaart geen rekening gehouden. De genoemde laag is namelijk tot de Beemster-afzettingen gerekend. De genoemde factoren, de inklinking en de aanwezigheid van de kleilaag, beïnvloeden de diepteligging in tegengestelde richting en heffen elkaar ten dele op. Het beeld van de huidige hoogteligging van de Beemster-afzettingen in Noordholland, zoals is aangegeven in figuur 12, stelt dus bij benadering de oorspronkelijke hoogteligging voor.

Ten aanzien van de inklinking van de Beemster-afzettingen in het oostelijke deel van het verbreidingsgebied is bij het reeds genoemde onderzoek naar de inklinking gebleken dat de kleilagen in het westelijke deel van het IJsselmeer per gram lutum en organische stof meer water bevatten dan die in het midden en vooral meer dan die in het oosten van het IJsselmeer. De kleilagen worden naar het oosten dunner en zijn daar sterker ingeklonken. Dit is een gevolg van het zogenaamde laagdikte-effect. Dikke kleilagen staan uit het middenste gedeelte van de kolom minder snel water af dan dunne. Het effect hiervan op de diepteligging is dat de kleilagen in het oosten door de sterkere inklinking dieper komen te liggen dan in het westen.

Bij de behandeling van de facies wordt nader teruggekomen op de diepteligging van de bovenzijde van de Beemster-afzettingen.

Het zeegat en de strandwallen.

Het zeegat van de Beemster-afzettingen heeft gelegen tussen Zuid-Scharwoude en Broek op Langedijk of even ten westen van deze plaatsen (fig. 12). Hierop wijzen de ligging van het geheel zandig ontwikkelde complex (centrum Heerhugowaard), de ligging van het zandlichaam en het verloop van de hoogtelijnen van de bovenzijde van de afzettingen.

Als de strandwal die dit zeegat aan de zuidzijde begrenst, beschouwen wij de strandwal waarop St. Pancras is gelegen, alsmede de westelijke helft van de strandwal waarop Oudorp ligt. In zuidwestelijke richting sluit hierbij aan een aantal smalle wallen, die door de Roo (1953) op zijn bodemkaart werden aangegeven. De strandwal van St. Pancras kan zich nog over enige afstand ten noorden van deze plaats hebben uitgestrekt. Dit gedeelte is dan echter door latere erosie opgeruimd, zoals ook door du Burck (1949, 1957) wordt verondersteld.

De ten noorden van het zeegat gelegen bijbehorende strandwal is niet bekend. Wanneer deze aanwezig is geweest, en er is geen reden hieraan te twijfelen, is deze door latere erosie, die juist in dit gebied grote afmetingen heeft aangenomen, volledig opgeruimd.

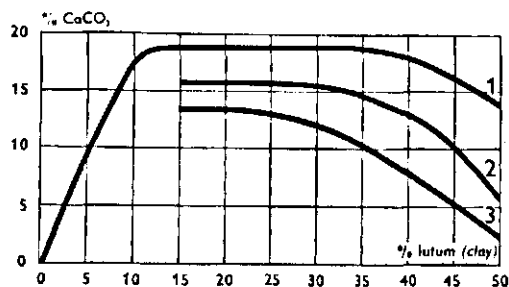
Enkele eigenschappen van het sediment.

Het lutumgehalte van de bovenste 50 cm van de Beemster-afzettingen varieert van ongeveer 5 % in het centrum van de Heerhugowaard, via 35 à 40 % in de polders Beemster, Westerkogge en Beschoot tot 40 à 50 % in het IJsselmeer. Het gebied met lutumgehaltes in de bovenste halve meter van minder dan 25 % is slechts klein en beperkt zich tot de Heerhugowaard. De lutum-slibverhouding van de klei kan op ongeveer 65 worden gesteld.

Het gehalte aan organische stof is beneden de in het algemeen wat meer humushoudende bovenlaag gering. Het bedraagt veelal ongeveer 2 à 4 %. Meer naar het oosten neemt het gehalte aan organische stof toe, terwijl ook de gehalten een grotere spreiding vertonen.

Het koolzure-kalkgehalte van de Beemster-afzettingen is vooral in Noordholland zeer hoog. Figuur 14 geeft het verband tussen het lutumgehalte en het koolzure-kalkgehalte van deze afzettingen, waarbij onderscheid is gemaakt in een westelijk gebied, omvattend Noordholland, een centraal gebied, gelegen in het IJsselmeer ten westen van de dieptelijn van de Beemster-afzettingen van 6 m — N.A.P., en een oostelijk gebied, gelegen ten oosten van de genoemde dieptelijn.

In Noordholland is het kalkgehalte van de Beemster-afzetting zeer hoog. Tussen 10 en 40 % lutum bedraagt dit gehalte 18 à 20 %. In het westelijke deel van het IJsselmeer ligt het gehalte aan koolzure kalk bij een overeenkomstig lutumgehalte op een wat lager niveau, namelijk bij 15 à



1. Monsters uit gebieden met de bovenkant van de afzettingen op minder dan 3 m — N.A.P./ *Samples from areas with the surface of the sediments on less than 3 m below A.O.D.* — 2. Idem. bovenkant op 3-6 m — N.A.P./ *Iditto, surface at 3-6 m below A.O.D.* — 3. Idem. bovenkant op meer dan 6 m — N.A.P./ *Iditto, surface at more than 6 m below A. O. D.*

Fig. 14. Verband tussen het koolzure-kalkgehalte en het lutumgehalte van de Beemster-afzettingen.
Relation between the calcium carbonate and the clay content of the Beemster deposits.

16 %. In het oostelijke deel bereikt het kalkgehalte geen hogere gemiddelde waarde dan ruim 13 %. Bij lutumgehalten beneden 10 % daalt het koolzure-kalkgehalte snel. In de Heerhugowaard werden echter bij lutumgehalten van 5 % nog CaCO_3 -gehalten van 18 à 19 % aangetroffen. Vooral in het oostelijke deel van het IJsselmeer neemt het kalkgehalte ook sterk af bij toenemend lutumgehalte. Zo daalt het gemiddelde kalkgehalte van 13 % tot 3 % bij een toeneming van het lutumgehalte van 25 naar 50 %. Onder het nog aanwezige of oorspronkelijk aanwezig geweest zijnde veen bevatten de Beemster-afzettingen over een diepte van 10 à 20 cm veelal geen of zeer weinig koolzure kalk. Eerst op een diepte van ongeveer 60 cm worden de normale kalkgehalten bereikt.

In figuur 15 is het verband weergegeven tussen het zwavelgehalte (uitgedrukt in m.aeq. SO_4 per 100 g droge grond) en het gehalte aan organische stof (uitgedrukt in g per 100 g droge grond). De gegevens zijn afkomstig van een onderzoek, ingesteld door de Afdeling Onderzoek van de Cultuurtechnische Dienst, van de Beemster-afzettingen onder het veen in de Eilandspolder. In de kalkrijke lagen, voorkomend binnen 1 m onder de oppervlakte van de Beemster-afzettingen, blijkt er een verband te bestaan tussen het zwavelgehalte en het gehalte aan organische stof. In de kalkarme of kalkloze lagen onmiddellijk onder het veen is dit verband niet aanwezig, hetgeen is veroorzaakt doordat het gehalte aan organische stof door de vegetatie op de oppervlakte van de Beemster-afzettingen secundair in uiteenlopende mate is toegenomen.

De facies.

De Beemster-afzettingen vertonen enkele eigenschappen die er op zouden kunnen wijzen dat een belangrijk gedeelte van deze sedimenten onder water is afgezet. Zo ontbreekt iedere aanwijzing voor de aanwezigheid van krekens aan de bovenzijde van de Beemster-afzettingen. In de gehele Beemster zijn noch bij een nauwkeurige bestudering van de luchtfoto's noch bij de bodemkartering te velde krekens aangetroffen. Evenmin zijn er aanwijzingen gevonden voor een sedimentatie vanuit krekens, daar lichtere stroken te midden van de zware afzettingen geheel ontbreken.

Ook werden in Noordholland in de Beemster-afzettingen nimmer doorgroeide kleilagen, afkomstig van brakke, met riet begroeide gorzen, aangetroffen.

De zwaarte van de afzettingen varieert in horizontale zin buitengewoon weinig, hetgeen vooral een opvallende eigenschap is voor onder water gesedimenteerde afzettingen (ZUUR, 1951; WIGGERS, 1955, 1959; DE KONING en WIGGERS, 1955).

Ook de nauwe correlatie tussen het zwavelgehalte en het gehalte aan organische stof komt in het bijzonder bij onder-waterafzettingen voor (HARMSSEN, 1954; DE KONING en WIGGERS, 1955).

Ten aanzien van de diepteligging van de bovenzijde van de afzettingen kan worden opgemerkt, dat, ook wanneer de inlinking in rekening wordt gebracht, de daling van de bovenzijde naar het noorden en oosten blijft bestaan. Deze uiteenlopende diepteligging valt slechts te verklaren wanneer men hetzij aanneemt dat de grens tussen de Beemster-afzettingen en het veen geen chrono-stratigrafische grens vormt, hetzij veron-

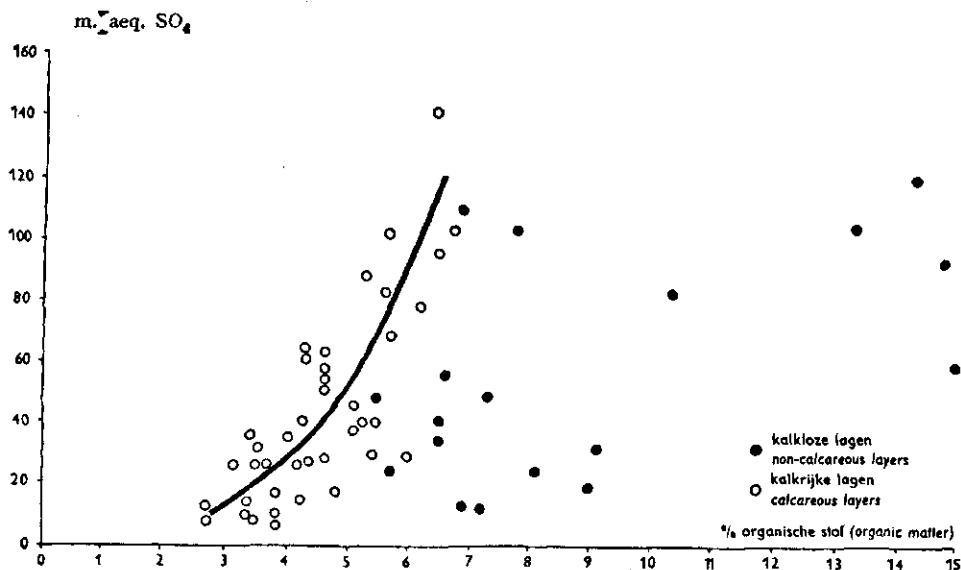


Fig. 15. Verband tussen het zwavelgehalte en het organische-stofgehalte van de Beemster-afzettingen in de Eilandspolder.

Relation between the sulphate and the organic matter content of the Beemster deposits in the Eilandspolder.

derstelt dat de sedimenten bij een uiteenlopende waterdiepte onder water zijn gevormd. Voor de eerste opvatting, welke dus inhoudt dat de bovenzijde van de afzettingen in het oostelijk deel ouder is dan in het westen doordat in het oosten reeds veengroei optrad, terwijl de sedimentatie in het westen voortgang vond, zijn geen aanwijzingen gevonden.

Uit figuur 14 bleek dat het kalkgehalte in het oostelijke gebied vooral bij de hogere lutumgehalten, die daar overheersen, aanmerkelijk lager ligt dan in het westelijke deel. Het gehalte aan organische stof neemt in oostelijke richting toe. Dit moet worden toegeschreven aan een zeer geleidelijke milieu-verandering van west naar oost. De Beemster-afzettingen maken op die plaatsen, waar nog slechts betrekkelijk dunne, zware kleilagen worden aangetroffen, een bagger- tot gyttja-achtige indruk. Deze kleilagen zijn niet met riet doorgroeid, doch de aanwezige rietresten liggen daarin in horizontale laagjes. Dit pleit dus tegen een veengroei in het oosten tijdens sedimentatie in het westelijke deel.

Wanneer men aanneemt dat het kleiige gedeelte van de Beemster-afzettingen als een onderwater-sediment is gevormd, valt evenwel de latere veengroei op de klei in die gebieden waar de afzettingen diep liggen, moeilijk te verklaren, tenzij men tijdelijk een aanzienlijke daling van de zeespiegelstand veronderstelt.

Het hoger gelegen westelijke deel van de Beemster-afzettingen kan wel zeer bezwaarlijk als een onderwater-sediment worden beschouwd. De kleiige afzettingen liggen in Noordholland met hun bovenzijde op een niveau van ongeveer 3 m — N.A.P., terwijl deze hoogte oorspronkelijk wel 2.3 m — N.A.P. moet hebben bedragen. Gezien de tijd waarin de bovenzijde van de Beemster-afzettingen werd gevormd (omstreeks 2800 à 3000 v. Chr.) moeten, in verband met de door BENNEMA (1954) geschatte gemiddelde zee-stand van 6 m — N.A.P., deze afzettingen juist zeer hoog t.o.v. de gemiddelde zee-stand zijn afgezet.

De diepteligging van de Beemster-afzettingen als geheel en het patroon van de dieptelijnen vallen thans nog zeer onvoldoende te verklaren. Het ligt in het voornemen het onderzoek in deze richting nog uit te breiden door te trachten de sedimentatie-omstandigheden uit de structuur van de afzettingen af te leiden en na te gaan of de bovenzijde van de Beemster-afzettingen over het gehele areaal wel dan niet een gelijke ouderdom bezit.

Bij nauwkeurige waterpassing van de bovenzijde van de Beemster-afzettingen tussen Leek en Middellie is gebleken dat deze enige golvingen vertoont. De bovenzijde van de klei varieert over afstanden van enkele honderden meters enkele decimeters. Het patroon van deze zwakke golvingen noch het ontstaan hiervan, is thans bekend.

Hoewel wij over de sedimentatie-omstandigheden nog slechts zeer weinig zijn ingelicht kunnen nog enkele gegevens worden verstrekt ten aanzien van het zoutgehalte van het milieu. De reeds genoemde lutum-slibverhouding van gemiddeld 66 wijst op een afzetting in een brak tot zout milieu (ZUUR, 1951; WIGGERS, 1955).

Door Dr J. H. VAN VOORTHUYSEN en Drs A. VAN DER WERFF van de Geologische Dienst te Haarlem is een aantal monsters van de Beemster-afzettingen onderzocht op het voorkomen van respectievelijk foraminiferen en diatomeeën. De monsters zijn genomen in de Heerhugowaard, in de omgeving van Berkhout en nabij Benningbroek en zijn afkomstig van een diepte van 50 à 100 cm beneden de oppervlakte van de Beemster-afzettingen.

Uit het onderzoek op foraminiferen kon worden geconcludeerd dat de afzettingen vrijwel geen foraminiferen bevatten, zulks „in sterke tegenstelling tot de gewone oude zeeklei (bedoeld zijn de Wieringermeer-afzettingen) die zeer veel foraminiferen bevat". Dr VAN VOORTHUYSEN vermoedde dat de foraminiferen-fauna tijdens het transport vrijwel geheel vergruisd is.

De in de monsters aangetroffen diatomeeën wijzen volgens Drs VAN DER WERFF op een brak milieu, met sterk wisselend zoutgehalte, waarin mariene sedimenten werden afgezet. De zuivere mariene diatomeeën-soorten zijn allichtoet. De Heer VAN DER WERFF meende uit het onderzoek te mogen concluderen dat het milieu eerder overeenkwam met dat van de Dollard dan met dat van een kwelder. De voor een kwelder gebied kenmerkende diatomeeën en andere organische bestanddelen ontbraken geheel.

Uit deze gegevens valt af te leiden dat de aard van de Beemster-afzettingen geheel anders is dan die van de Wieringermeer-afzettingen, zonder dat evenwel duidelijk is hoe de milieu-omstandigheden zijn geweest.

Over het gehele gebied met Beemster-afzettingen komt een dunne kalkloze kleilaag voor, die tot geringe diepte (ongeveer 20 cm) weinig intensief met rietwortels is doorgroeid. Dit duidt er op dat korte tijd na de vorming van de klei deze is drooggevalen, waarna zich op de oppervlakte een vegetatie kon ontwikkelen die spoedig aanleiding gaf tot veenvorming. Uit figuur 15 valt af te leiden dat bij de begroeiing met riet geen extra zwavel is vastgelegd. De bovenlaag die meer organische stof bevat vertoont immers geen hogere zwavelgehalten, zulks in tegenstelling tot de situatie welke zich ontwikkelt wanneer rietgroei onder langdurige brakke omstandigheden plaats vindt. Zo vindt men in de Wieringermeer-afzettingen in de met riet doorgroeide bovenlaag een sterke toename van het zwavelgehalte. Het lijkt alsof bij de Beemster-afzettingen de brakke verlandingsfase ontbreekt. Dit zou kunnen worden verklaard door aan te nemen dat het zeegat snel is verzand.

De ouderdom.

Voor de ouderdomsbepaling van de Beemster-afzettingen staat ons het door PONS (1957) beschreven profiel Hauwert-Zwaagdijk ter beschikking (fig. 16).

Het diepste veenlaagje, gelegen op een diepte van 5.65-5.75 m — N.A.P. en onmiddellijk boven de Beemster-afzettingen, vertoont een ouderdom van 4690 ± 140 jaar en werd dus omstreeks 2740 ± 140 v. Chr. gevormd (GRO 605).

Prof. dr F. FLORSCHÜTZ, die deze veenlaag palynologisch onderzocht, kende hieraan een atlantische ouderdom toe.

Wij menen de Beemster-afzettingen, mede gezien de ouderdom van de nog te behandelen Wieringermeer-afzettingen, te mogen dateren vóór 2800 v. Chr. Indien de veengroei bij Hauwert-Zwaagdijk niet onmiddellijk na de afzetting van de Beemster-afzettingen is begonnen, hetgeen zeer wel mogelijk is, kan het einde van de sedimentatie van de Beemster-afzettingen nog enkele honderden jaren eerder zijn gevallen.

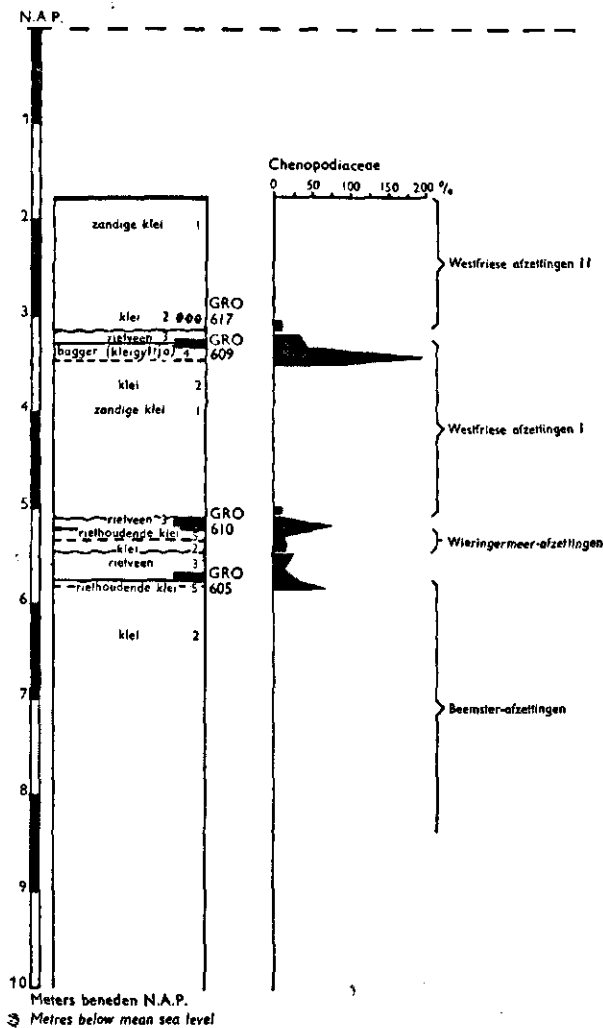


Fig. 16. ^{14}C -profiel te Hauwert-Zwaagdijk (voor ligging zie fig. 12)
 ^{14}C -profile near Hauwert-Zwaagdijk (for location see fig. 12).

GRO 617 : $3240 \pm 140 = 1290 \pm 140$ v. Chr.

GRO 609 : $3750 \pm 120 = 1800 \pm 120$ v. Chr.

GRO 610 : $4090 \pm 120 = 2140 \pm 120$ v. Chr.

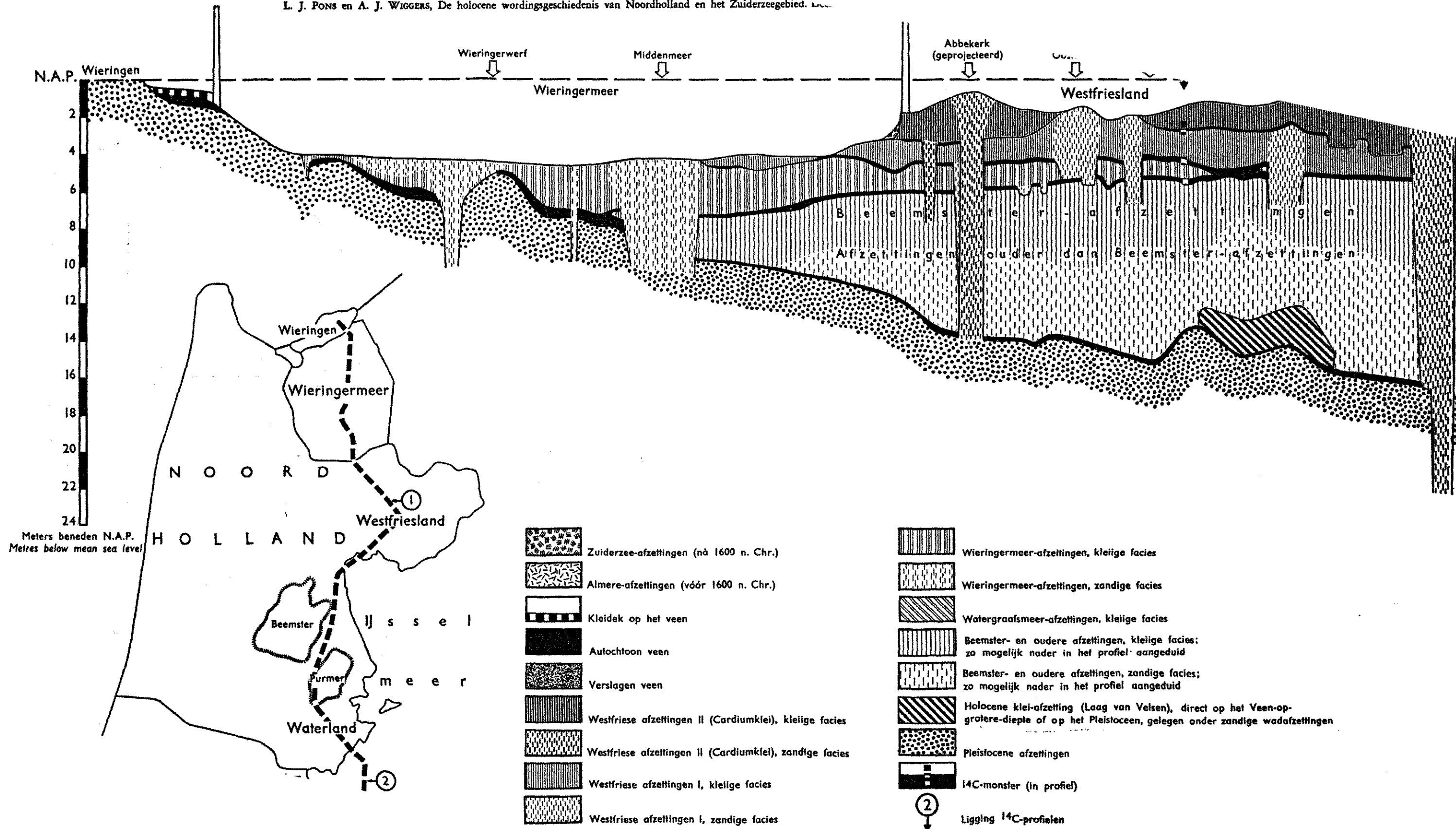
GRO 605 : $4690 \pm 140 = 2740 \pm 140$ v. Chr.

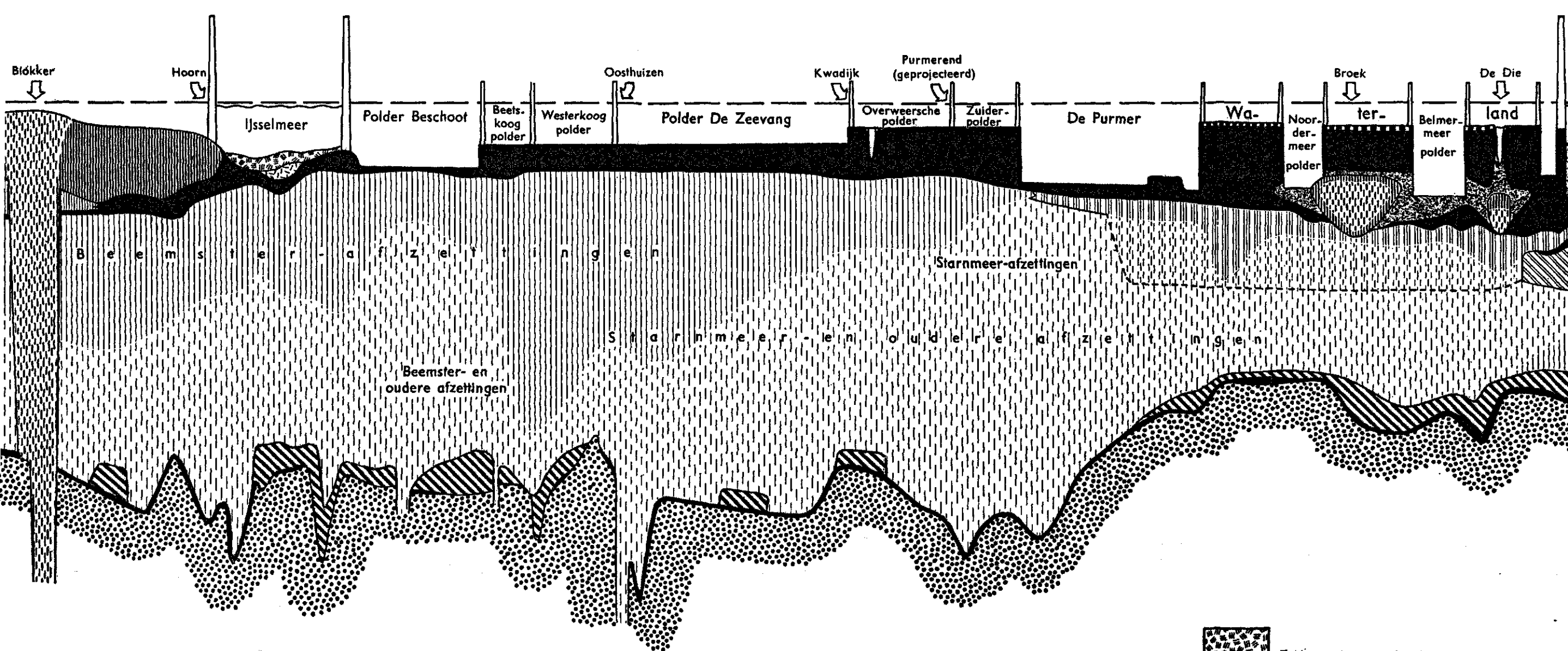
1. Sandy clay — 2. Clay — 3. Reed peat — 4. Gyttja — 5. Reed clay.

DE WIERINGERMEER-AFZETTINGEN.

Inleiding.

In Noordholland en het Zuiderzeegebied komen in drie van elkaar gescheiden gebieden afzettingen voor, waaraan wij de naam Wieringermeer-afzettingen hebben gegeven. Achtereenvolgens zullen worden besproken de Wieringermeer-afzettingen in:





PROFIEL DOOR DE HOLOCENE AFZETTINGEN TUSSEN WIERINGEN EN MUIDERBERG

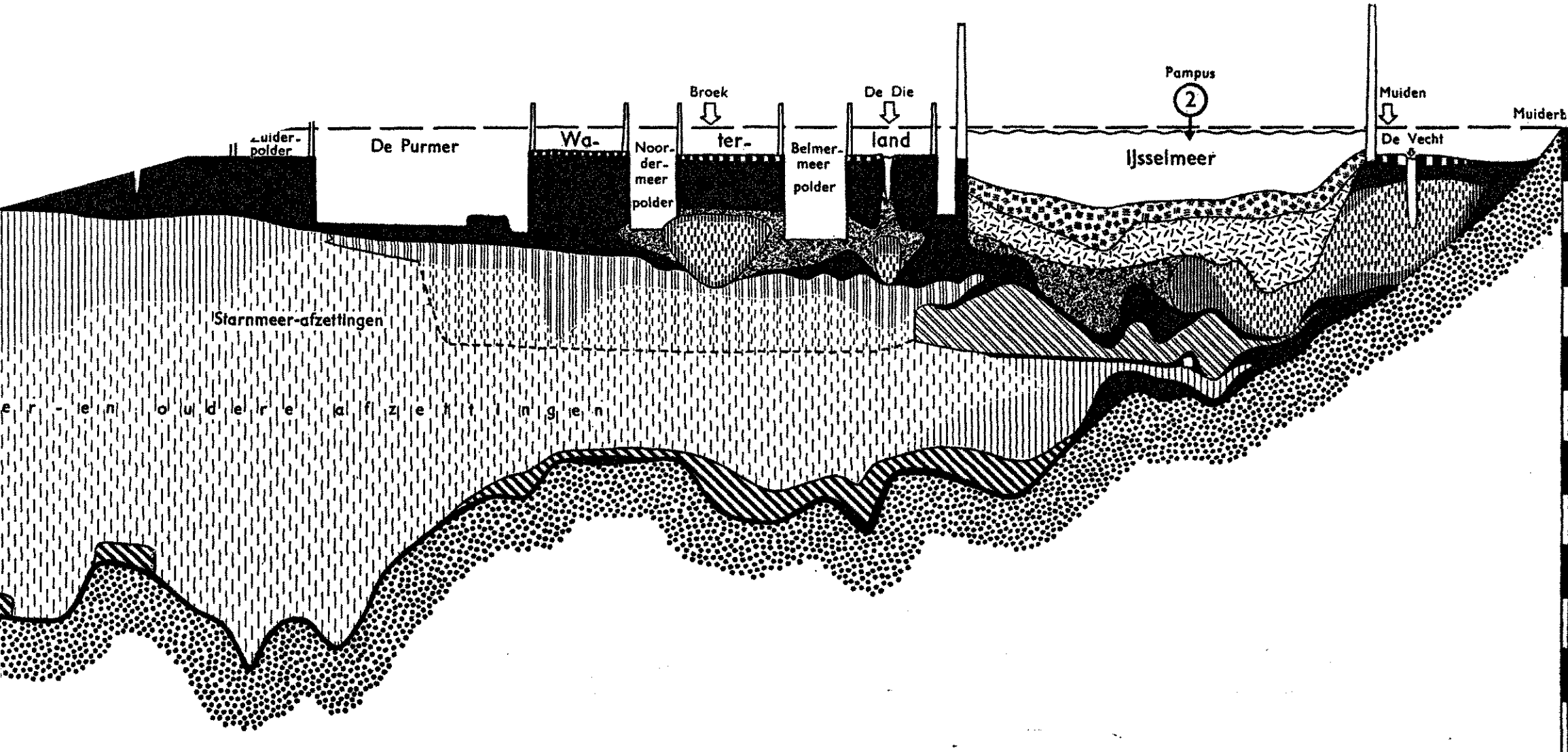
Cross section of the Holocene deposits between Wieringen and Muiderberg

0 5 km

schal
scale 1 : 100000

-  Zuiderzee deposits (after 1600 A.D.)
-  Almere deposits (before 1600 A.D.)
-  Clay, overlying the peat
-  Peat
-  Reworked peat
-  Westfries deposits II (Cardiumklei), clayey facies
-  Westfries deposits II (Cardiumklei), sandy facies
-  Westfries deposits I, clayey facies
-  Westfries deposits I, sandy facies

Fig. 1.



EN

schal
scale 1 : 100000

-  Zuiderzee deposits (after 1600 A.D.)
-  Almere deposits (before 1600 A.D.)
-  Clay, overlying the peat
-  Peat
-  Reworked peat
-  Westfriese deposits II (Cardiumklei), clayey facies
-  Westfriese deposits II (Cardiumklei), sandy facies
-  Westfriese deposits I, clayey facies
-  Westfriese deposits I, sandy facies

-  Wieringermeer deposits, clayey facies
 -  Wieringermeer deposits, sandy facies
 -  Watergraafsmeer deposits, clayey facies
 -  Beemster and older deposits, clayey facies; further indications in the cross section
 -  Beemster and older deposits, sandy facies; further indications in the cross section
 -  Holocene clay (Layer of Velsen), overlying the Peat-at-greater-depth or the Pleistocene, covered by sandy marine sediments
 -  Pleistocene deposits
 -  14 C-sample
- (2)

1. Het noorden van de provincie Noordholland en het noordelijke gedeelte van het Zuiderzeegebied (eerste verbreidingsgebied);
2. Het centrum van de provincie Noordholland en het zuidelijke deel van het Zuiderzeegebied (tweede verbreidingsgebied);
3. Het zuiden van de provincie Noordholland en het uiterste westen van de provincie Utrecht (derde verbreidingsgebied).

Bij de hierna volgende behandeling van de Wieringermeer-afzettingen zullen al naar gelang het betreffende onderwerp, hetzij de verbreidingsgebieden afzonderlijk, hetzij gezamenlijk worden besproken. De verschillende verbreidingsgebieden zijn in fig. 17 met de cijfers 1, 2 en 3 aangeduid.

Naamgeving en vroegere beschrijvingen in het eerste verbreidingsgebied.

De Wieringermeer-afzettingen in het eerste verbreidingsgebied zijn in de literatuur vrijwel steeds beschreven als oude zeeklei en oudholocene wadafzettingen. De uitvoerigste behandeling vond plaats door ZUUR (1936), die de bodemkundige gesteldheid van de Wieringermeer onderzocht en beschreef. Aangezien de betreffende afzettingen in de Wieringermeer goed zijn ontsloten, is hieraan door PONS (1957) de naam Wieringermeerklei gegeven. DU BURCK (1957, 1958a, 1958b) beschreef de oude zeeklei in het Geestmerambacht en in de kop van Noordholland, terwijl WIGGERS (1955) in navolging van MULLER en VAN RAADSHOOVEN (1947) een afzetting van oude zeeklei in de Noordoostpolder als Unioklei beschreef. Zoals uit figuur 17 blijkt wordt de Unioklei door ons thans voor het grootste gedeelte tot de Wieringermeer-afzettingen gerekend.

Alvorens de verbreiding van de Wieringermeer-afzettingen in het eerste verbreidingsgebied te behandelen zal een kort overzicht worden gegeven van de beschrijving van de afzettingen door ZUUR (1936), PONS (1957), DU BURCK (1957, 1958a, 1958b) en WIGGERS (1955).

ZUUR ging bij zijn beschrijving van de geologische wordingsgeschiedenis van de Wieringermeer uit van de gangbare opvatting, dat aanvankelijk door de transgrederende zee wadafzettingen werden gedeponeerd op het Veen-op-grotere-diepte, totdat bij een zeestand van 6.5 m — N.A.P., omstreeks 4500 v. Chr., de schoorwal zover was voltooid, dat achter deze schoorwal in rustiger water de oude zeeklei werd afgezet. Het einde van de vorming van de oude zeeklei stelde ZUUR op ongeveer 3500 v. Chr., bij een zeestand van 4.5 m — N.A.P.

In de oude zeeklei onderscheidde ZUUR twee typen, het eerste dat van de kalkrijke, lichtere gronden met een laagde opbouw en weinig of niet doorgroeid (het wadland), het tweede dat van de zwaardere gronden, dikwijls kalkarm of kalkloos, sterk doorgroeid met riet (het kwelderland). Het wadland, dat evenals het kwelderland over grote oppervlakten aaneengesloten voorkomt, bestaat vrijwel geheel uit wadafzettingen. In het kwelderland treft men een groot aantal kreken aan, die bij voortgaande sedimentatie met grond van een lichter type werden opgevuld. De grens tussen kwelderland en wadland is niet scherp; tussen beide komt min of meer een overgangstrook voor.

De opvatting dat allereerst oudholocene wadafzettingen werden gevormd, welke voor een deel werden overdekt door oude zeeklei, werd door de waarnemingen in de Wieringermeer niet erg gesteund. ZUUR merkte op dat het verschil tussen wad- en kwelderland ten dele reeds in de tijd van het Oud-Holoceen moet hebben bestaan. De schrijver concludeert uit het schaarse materiaal dat hem over de diepere lagen ter beschikking stond, dat de overgang van het Oud- naar het Jong-Holoceen in de Wieringermeer blijkbaar een zeer geleidelijke is geweest. De sedimentatie woog ongeveer op tegen de stijging van de zeespiegel en vond daardoor in grote lijnen steeds op dezelfde wijze plaats.

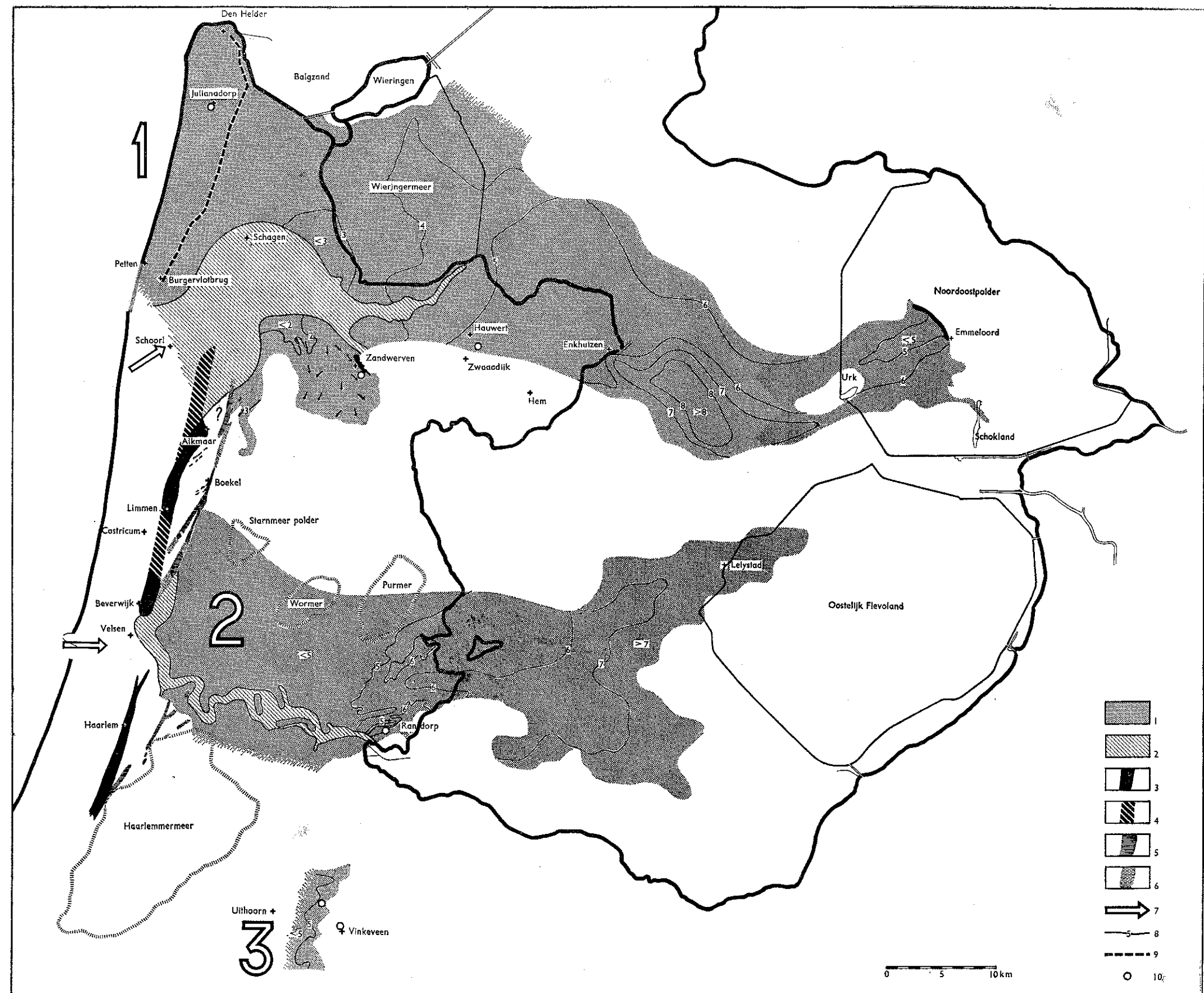
Volgens onze opvattingen dateren de Wieringermeer-afzettingen uit het begin van het Subboreaal, tussen ongeveer 2800 en 2200 à 2300 v. Chr. Het conservatieve karakter van de sedimentatie waarop ZUUR wees, moet o.i. worden gezien als een gevolg van het feit dat de sedimentatie vanaf het begin via een stelsel van geulen en kreken plaats vond, zodat de Wieringermeer als geheel nimmer het karakter van een waddegebied heeft vertoond. Hierop wordt nog nader ingegaan.

Volgens ZUUR is de sedimentatie van de oude zeeklei tijdelijk onderbroken geweest, hetgeen werd afgeleid uit het voorkomen van een veenlaag in het westelijke deel van de Wieringermeer in de oude zeeklei. Wij nemen op grond van verschillende overwegingen aan dat deze veenlaag de

Fig. 17. De Wieringermeer-afzettingen.
The Wieringermeer deposits.

The Wieringermeer deposits.

1. Verbreiding van de afzettingen in de gebieden 1, 2 en 3
Distribution of the deposits in the areas 1, 2 and 3
2. Afzettingen later geërodeerd
Deposits eroded in later periods
3. Bijbehorende strandwallen, met inbegrip van de zandwallen van Zandwerven en Emmeloord
Accompanying beach barriers and sand ridges of Zandwerven and Emmeloord
4. Idem, later geërodeerd
Accompanying beach barriers eroded in later periods
5. Oudere strandwallen
Older beach barriers
6. Idem, geërodeerd
Older beach barriers, eroded
7. Ligging van de zeegaten
Location of the inlets
8. Dieptelijn van de bovenzijde van de afzettingen in m — N.A.P.
Depth of the surface of the deposits in metres below A.O.D.
9. Ligging van het profiel (fig. 18).
Location of the cross section (fig. 18).
10. Ligging van de ^{14}C -profielen (fig. 10, 11, 16)
Location of the ^{14}C -profiles (fig. 10, 11, 16)



scheiding vormt tussen de Wieringermeer-afzettingen enerzijds en de Westfriese afzettingen anderzijds. Hoewel in het volgende artikel nader op deze afzettingen boven het veenlaagje zal worden ingegaan, zij er thans reeds op gewezen dat ZUUR vaststelde dat de sedimentatie ná de vorming van de veenlaag anders is verlopen dan vóór de vorming van het veen. De afzettingen boven het veenlaagje zijn veelal zandiger en kalkrijker.

ZUUR vermeldde ook het voorkomen van twee veenlaagjes in het zuidoosten van de Wieringermeer. Vermoedelijk betreft het hier de veenlaagjes die de scheiding vormen tussen de Wieringermeer-afzettingen en de fasen I en II van de Westfriese afzettingen. Hierop zal in het volgende artikel ook nader worden ingegaan, vooral aangezien door PONS (1957) een iets andere interpretatie aan deze beschrijving van ZUUR is gegeven, dan wij thans menen te moeten doen.

ZUUR nam aan dat op vele plaatsen in de Wieringermeer van de bovenzijde van de oude zeeklei door de binnendringende Zuiderzee enkele decimeters zijn geabradeerd. Hij grondde deze opvatting op het plaatselijk ontbreken van de veenlaag in de oude zeeklei, waar deze blijkens het verloop van de laag hoog moet hebben gelegen en op het plaatselijk ontbreken van de ontcalcite laag aan de bovenkant van de oude zeeklei.

Voor de verdere beschrijving van de Wieringermeer-afzettingen in de Wieringermeer moge worden verwezen naar ZUUR en naar hetgeen hierna nog zal worden opgemerkt.

PONS (1957) beschreef de betreffende afzettingen in een profiel te Hauwert-Zwaagdijk (zie fig. 16) en gaf hieraan de naam Wieringermeerklei. Onder Hauwert komt op een diepte van 3.45-3.70 m beneden maaiveld (5.25-5.50 m — N.A.P.) een zware, kalkloze, riethoudende kleilaag voor, welke blijkt overeen te komen met de klei die in vrijwel de gehele Wieringermeer aan de oppervlakte treedt (fig. 1).

DU BURCK beschreef de bodemgesteldheid en de wordingsgeschiedenis van het Geestmerambacht (1957) en van de Kop van Noordholland (1958a, 1958b). Zoals uit fig. 17 blijkt nemen wij aan dat oorspronkelijk in het grootste deel van het Geestmerambacht ook Wieringermeer-afzettingen aanwezig zijn geweest, welke echter bij de inbraak van de zee waarbij de Westfriese afzettingen werden gevormd, bijna geheel zijn opgeruimd. DU BURCK nam voor het Geestmerambacht aan dat hier een continue sedimentatie had plaats gevonden vanaf het begin van het Atlanticum tot in het Subborea, waarbij de zandige afzettingen uit het Atlanticum en eventueel uit het begin van het Subborea zouden dateren, de daarop afgezette pre-Romeinse kwelder uit het Subborea. DU BURCK vatte deze pre-Romeinse kwelder op als behorende tot de Cardiumtransgressie of tot een nog jongere fase. In deze publikatie vinden wij dus geen verdere gegevens ten aanzien van de Wieringermeer-afzettingen in dit gebied.

DU BURCK beschreef eveneens de genese van de Kop van Noordholland. In de eerste publikatie (1958a) welke handelt over Koegras en de Anna Paulowna polder komt de auteur tot de conclusie dat de onder het veen aanwezige oudere zeeklei niet tot de oude zeeklei kan worden gerekend, omdat het bovenste deel van deze oudere klei, blijkens palynologisch onderzoek van Prof. FLORSCHÜTZ, uit het Subborea zou dateren, terwijl ook de hoge ligging (volgens DU BURCK op ca. 2.00 tot 3.50 m — N.A.P.) tegen een correlatie met de oude zeeklei zou pleiten. DU BURCK rekent de oudere klei onder het veen tot een randafzetting van de Westfriese zeeklei.

DU BURCK (1958a) beschreef in deze publikatie niet het voorkomen van oudere mariene afzettingen, gelegen onder de 'oudere' zeeklei. Hoewel het aantal beschikbare gegevens in dit gebied beperkt is, zijn wij van mening dat plaatselijk onder de 'oudere' zeeklei een afzetting voorkomt welke wij tot de Wieringermeer-afzettingen kunnen rekenen. De scheiding tussen de Wieringermeer-afzettingen en de 'oudere' klei welke wij evenals DU BURCK tot de Westfriese afzettingen willen rekenen, wordt gevormd door een dunne veenlaag. In figuur 17 zijn de Wieringermeer-afzettingen in het betreffende gebied aangegeven alsof deze nog steeds aanwezig zouden zijn. Zoals in de volgende publikatie zal worden aangetoond, moeten de Wieringermeer-afzettingen hier echter plaatselijk geheel of gedeeltelijk zijn geërodeerd.

In zijn publikatie over het Laagterras en het Veen-op-grotere-diepte in de Kop van Noordholland beschrijft DU BURCK (1958b) eveneens de 'oudere' klei onder het veen. Op grond van een ¹⁴C-bepaling van veenmonsters uit de bouwput bij Julianadorp meent DU BURCK aan het mariene pakket boven het Veen-op-grotere-diepte een subboreale ouderdom te mogen toekennen.

Uit het pollendiagram van Burgervlotbrug, gepubliceerd door DU BURCK (1958b) menen wij te mogen concluderen dat de kleilaag tussen 7.90 en 4.10 m — N.A.P. tot de oudere mariene afzettingen moet worden gerekend. Naar onze mening komen zowel in Julianadorp als bij Burgervlotbrug en plaatselijk in de Anna Paulownapolder Wieringermeer-afzettingen voor.

Door MULLER en VAN RAADSHOOVEN (1947) werd de oude zeeklei in de Noordoostpolder onderscheiden in de Unioklei en de Cardiumklei, beide daterend uit het Atlanticum. De Unioklei is een afzetting in een zoet tot brak milieu, de Cardiumklei een vorming welke een duidelijk marien karakter draagt.

WIGGERS (1955) stelde vast dat de Cardiumklei in de Noordoostpolder niet van atlantische,

doch van subboreale ouderdom is. Op grond van palynologisch onderzoek meende deze auteur aan de Unioklei nog wel een atlantische ouderdom te mogen toekennen. Bij het overleg tussen de auteurs van dit artikel bleek echter dat de Unioklei moet worden opgevat als behorend tot de vroeg-subboreale Wieringermeer-afzettingen. Hiervoor pleiten verschillende argumenten, die nog nader zullen worden besproken.

De verbreiding van de afzettingen in het eerste gebied.

De verbreiding van de Wieringermeer-afzettingen in het eerste gebied is aangegeven in figuur 17.

Wanneer met de wat meer gedetailleerde beschrijving van het voorkomen van de Wieringermeer-afzettingen binnen dit gebied in het noordwesten wordt begonnen, kan allereerst worden opgemerkt dat naar onze mening in de gehele Kop van Noordholland Wieringermeer-afzettingen in de ondergrond voorkomen. DU BURCK (1958b) publiceerde een profiel van Den Helder tot Alkmaar, welk profiel in figuur 18 in eenvoudige vorm is weergegeven voor wat betreft het gedeelte tussen Den Helder en Burgervlotbrug.

Over de gehele afstand van Den Helder tot Burgervlotbrug is onder jongere afzettingen een veenlaag aangetroffen, waarvan de basis op een diepte van 3 à 4 m — N.A.P. rust op oudere mariene afzettingen. Uit het door DU BURCK vermelde feit dat zowel in Julianadorp als bij Burgervlotbrug de gehele oude zeelei in het Subboreaal is gevormd, menen wij te mogen concluderen dat dit met het gehele pakket oudere mariene afzettingen, gelegen tussen het Veen-op-grotere-diepte en de veenlaag met zijn basis op 3 à 4 m — N.A.P., van Burgervlotbrug tot Den Helder het geval moet zijn. Daar blijkens figuur 12 ten noorden van Schagen nimmer de zo karakteristieke Beemster-afzettingen zijn aangetroffen, zijn wij van mening dat het gehele pakket oudere mariene afzettingen in de Kop van Noordholland tot de Wieringermeer-afzettingen moet worden gerekend.

Gezien de verbreiding van de Wieringermeer-afzettingen in de Kop van Noordholland kan worden aangenomen dat deze afzettingen tussen Petten en Den Helder eveneens in de Noordzee aanwezig moeten zijn geweest.

In het centrale en noordelijke deel van de Wieringermeer komt de situatie overeen met die in de Kop van Noordholland. De afzettingen wiggen hier uit tegen het omhooglopende oppervlak van het Pleistocen. Nabij Wieringen eindigen de Wieringermeer-afzettingen ongeveer bij de hoogtelijn van het pleistocene oppervlak van 4 m — N.A.P. (fig. 1).

In het zuidelijke deel van de Wieringermeer en in het noorden van het oostelijke deel van Westfriesland rusten de Wieringermeer-afzettingen op de in noordelijke richting uitwiggende Beemster-afzettingen, daarvan gescheiden door een dunne veenlaag (fig. 1, 12 en 16). De Wieringermeer-afzettingen wiggen in Westfriesland zelf naar het zuiden uit, zodat in de ondergrond van Westfriesland ter hoogte van Spanbroek en ongeveer halverwege Enkhuizen-Hem de zuidelijke grens wordt aangetroffen.

De verbreiding van de Wieringermeer-afzettingen in de Heerhugowaard en nabij Obdam en Zandwerven zal afzonderlijk worden besproken (blz. 140).

Zoals uit figuur 17 blijkt komen in het noordelijke deel van het IJsselmeer, direct ten zuiden van de Afsluitdijk ook Wieringermeer-afzettingen voor. De hoofdtak van deze sedimenten loopt echter in zuidwestelijke en daarna in westelijke richting door het IJsselmeer en treedt ten noorden en ten zuiden van Urk de Noordoostpolder binnen.

De ligging van de Wieringermeer-afzettingen in het IJsselmeer komt overeen met die in het oostelijke deel van Westfriesland; langs de noordflank rusten de afzettingen direct op het Veen-op-grotere-diepte, langs de zuidflank op de Beemster-afzettingen. Door het betrekkelijk geringe aantal boringen, doch vooral door het ten oosten van

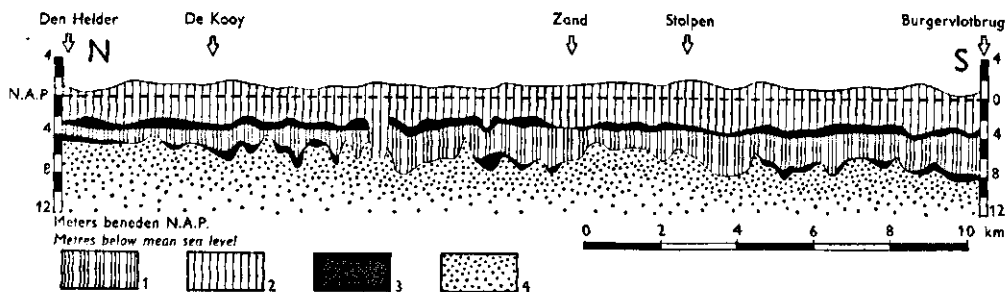


Fig. 18. Profiel van Den Helder naar Burgervlotbrug (zie voor de ligging fig. 17) / Cross section from Den Helder to Burgervlotbrug (see for location fig. 17).

1. Wieringermeer-afzettingen / Wieringermeer deposits — 2. Jongere afzettingen / Younger deposits — 3. Veen / Peat — 4. Pleistoceen / Pleistocene.

Enkhuizen voorkomen van dikke lagen Enkhuizerzand zijn de afzettingen in het IJsselmeer minder goed bekend dan in het meer westelijk gelegen gebied en in de Noord-oostpolder. Zowel bij de vorming van de Westfriese afzettingen als bij het ontstaan van de getij-geulen op het Enkhuizerzand zijn de Wieringermeer-afzettingen in dit gedeelte van het IJsselmeer gedeeltelijk opgeruimd.

De Wieringermeer-afzettingen in de Noordoostpolder zijn door WIGGERS (1955) onder de naam Unioklei uitvoerig beschreven. Bij de bespreking van de verbreiding van de Unioklei maakte WIGGERS onderscheid tussen een gebied waar deze klei steeds aanwezig en goed ontwikkeld is en een ander gebied, waar de Unioklei slechts plaatselijk aanwezig is als een kleilaag in het veen of in en langs de geulen. De door WIGGERS tot de Unioklei gerekende afzetting in de diepe geul ten zuidwesten van Schokland wordt door ons thans tot de Beemster-afzettingen gerekend.

De Wieringermeer-afzettingen hebben bij het doordringen tot in de Noordoostpolder gebruik gemaakt van de geulen in de oppervlakte van het Pleistoceen, die ten noorden en ten zuiden van Urk aanwezig zijn (zie fig. 1. PONS en WIGGERS, 1958).

Ten westen van Emmeloord komt langs de oostelijke verbreidingsgrens een zandwal voor, opgeworpen bij de sedimentatie van de Wieringermeer-afzettingen. Uit het door WIGGERS (1955) gepubliceerde profiel blijkt dat het zand afkomstig is van de abrasie van de pleistocene oppervlakte.

De Wieringermeer-afzettingen zijn in het eerste verbreidingsgebied niet overal gespaard gebleven. Over een breed traject tussen Burgervlotbrug en Alkmaar en tussen Schagen en Oude Niedorp en verder naar het oosten in smaller wordende stroken zijn de Wieringermeer-afzettingen geheel of gedeeltelijk opgeruimd bij de sedimentatie van de Westfriese afzettingen (fig. 17). In het westelijke gedeelte van de Wieringermeer en in de Anna Paulownapolder zijn eveneens plaatselijk de Wieringermeer-afzettingen door erosie opgeruimd, hoewel dit in figuur 17 niet nader is aangegeven. Dit is eveneens het geval in het IJsselmeer, terwijl in een groot gedeelte van de Wieringermeer het bovenste gedeelte van deze afzettingen door abrasie is verdwenen (ZUUR, 1936).

De hoogteligging van de bovenkant van de afzettingen in het eerste verbreidingsgebied.

De hoogteligging van de bovenzijde van de Wieringermeer-afzettingen is weergegeven in figuur 17. Deze varieert van minder dan 2 m — N.A.P. in de Heerhugowaard tot ruim 8 m — N.A.P. in het IJsselmeer. Het hoogste gedeelte, de centrale rug (tussen Noord-Scharwoude en Burgervlotbrug en vandaar in de richting van de Wieringermeer),

moet eveneens tot minder dan 2 m — N.A.P. hebben gereikt. Het patroon van de dieptelijnen van 3 en 4 m geeft aan dat deze centrale rug door het zuidelijke deel van de Wieringermeer heeft gelopen. Door de later opgetreden inklinking en door de abrasie in de Wieringermeer is de oorspronkelijke hoogteligging niet meer goed te reconstrueren.

De Wieringermeer-afzettingen zijn in het IJsselmeer te vervolgen in een baan, waarvan de oppervlakte tussen 5 à 6 m — N.A.P. ligt. In de Noordoostpolder, waar de bovenzijde van het Pleistoceen ondiep ligt, reiken de Wieringermeer-afzettingen weer tot 4 à 5 m — N.A.P. Ook langs de geulen ligt de bovenzijde van de oeverstroken in de Noordoostpolder op deze diepte. In het IJsselmeer reiken de Wieringermeer-afzettingen plaatselijk slechts tot 8 à 9 m — N.A.P. Deze diepe ligging kan voor een belangrijk gedeelte worden toegeschreven aan de inklinking van de afzettingen zelf en aan de inklinking van de onderliggende slappe Beemster-afzettingen en van het veen, terwijl plaatselijke erosie niet is uitgesloten.

Overigens vertonen de Wieringermeer-afzettingen een buitengewoon onregelmatige hoogteligging. Zandige profielen die hoog zijn gelegen wisselen voortdurend af met slappe kleiprofielen, waarvan het oppervlak door inklinking zeer sterk kan zijn gedaald. Dat de kleiige Wieringermeer-afzettingen ook zonder kunstmatige ontwatering een belangrijke inklinking kunnen vertonen valt onder andere af te leiden uit de door ZUUR (1936) gepubliceerde foto van het verloop van de veenlaag aan de bovenzijde van de Wieringermeer-afzettingen. In de Wieringermeer varieert de diepteligging van de veenlaag, die volgens ons oorspronkelijk, althans over korte afstand gezien, vrijwel horizontaal heeft gelegen volgens ZUUR 1 à 1.5 m. Ook in de Noordoostpolder werd door WIGGERS (1955) aangetoond dat aldaar de hoogteligging van de Wieringermeer-afzettingen sterk uiteenloopt.

De variatie in hoogteligging van de Wieringermeer-afzettingen valt behalve uit figuur 1 vooral af te leiden uit de figuren 18 en 21. De hoogtelijnen in figuur 17 moeten derhalve als zeer globaal worden beschouwd, te meer daar in de Wieringermeer en in de Anna Paulownapolder plaatselijk Westfriese afzettingen aanwezig zijn, die onvoldoende te scheiden waren van de Wieringermeer-afzettingen.

De dikte van de afzettingen, het voorkomen van zand en de erosie in het eerste verbreidingsgebied.

De onderzijde van de Wieringermeer-afzettingen is in het eerste verbreidingsgebied meestal gemarkeerd door een veenlaag, zoals in figuur 1 is te zien. Dit veenlaagje kan het Veen-op-grotere-diepte zijn, wanneer namelijk direct onder het veen het pleistocene zand ligt (fig. 18), doch ook een veenlaagje tussen de Wieringermeer- en de Beemster-afzettingen. De aanwezigheid van deze veenlaag aan de basis van de Wieringermeer-afzettingen maakt het mogelijk de dikte van de afzettingen aan te geven (fig. 1 en 18). DU BURCK (1958b) vermeldde in de omgeving van Burger-vlotbrug een dikte van de Wieringermeer-afzettingen van ongeveer 4 m. Zoals uit de profielen, afgebeeld in de figuren 1 en 18 blijkt, zijn de Wieringermeer-afzettingen in een groot gedeelte van het eerste verbreidingsgebied echter dunner dan 4 m.

Op vele plaatsen, in het bijzonder daar waar de Wieringermeer-afzettingen zandig zijn ontwikkeld, is het onderliggende veenlaagje geërodeerd, terwijl tevens een groter of kleiner deel van de onderliggende Beemster-afzettingen of het pleistocene zand kan zijn opgeruimd. Een brede erosiestrook loopt van Schagen via de Wieringerwaard door het midden van de Wieringermeer tot in het IJsselmeer, waar de begrenzing vaag wordt (fig. 1). Het verloop van deze strook in het IJsselmeer is aangegeven in figuur 2 en in de bijlage (fig. 1) bij PONS en WIGGERS (1958). Ten oosten van Schagen tot aan de Wieringermeer is het Veen-op-grotere-diepte volledig geërodeerd, terwijl ook de bovenzijde van het Pleistoceen in belangrijke mate is aangetast. Vanuit dit gebied lopen nog enkele smalle erosiebanen tot in de Wieringermeer. Deze stroken stellen tevens de hoofdbanen van de sedimentatie van de Wieringermeer-afzettingen voor. Hierin bevindt zich overwegend zand, waardoor ter plaatse de hoogteligging van de bovenkant van de afzettingen weinig door inklinking

is beïnvloed. Wel heeft in de Wieringermeer juist door deze geringe inklinking de abrasie op de zandige gedeelten het grootste effect gehad.

Het Veen-op-grotere-diepte ontbreekt ook plaatselijk in de Noordoostpolder doordat bij de sedimentatie van de Wieringermeer-afzettingen dit veen is opgeruimd; zelfs het pleistocene zand is hier plaatselijk geërodeerd, terwijl uit het opgewoelde zand een zandwal aan de noordoostelijke rand van het gebied is gevormd. De sedimentatie van de klei heeft zich ten dele later over deze wal uitgebreid.

De Wieringermeer-afzettingen in de Heerhugowaard, bij Obdam en Zandwerven.

Een groot gedeelte van het noordelijke verbreidingsgebied van de Wieringermeer-afzettingen bevindt zich in de Heerhugowaard, bij Obdam, Spierdijk en ten zuiden van Spanbroek tot in de Schermer.

De situatie is hier enigszins gecompliceerd, daar hier Wieringermeer-afzettingen zijn gesedimenteerd op plaatsen waar de Beemster-afzettingen zandig ontwikkeld waren en zeer hoog lagen (ca 2.5 m — N.A.P.). Vermoedelijk had zich op deze hooggelegen Beemster-afzettingen nog geen veenlaag gevormd vóór de sedimentatie van de Wieringermeer-afzettingen plaats vond. Behalve in de Schermer is in dit gebied nimmer een veenlaag tussen de beide afzettingen aangetroffen. Dit heeft tot gevolg dat de uiterste grens van het voorkomen van de Wieringermeer-afzettingen liggend op de Beemster-afzettingen zeer moeilijk valt te trekken (fig. 19).

Bij Zandwerven bevindt zich een zandwal, die reeds door vele auteurs is vermeld. TESCH (1947) beschouwde deze als behorende tot de oudste strandwallenreeks die naar het vaste punt van Wieringen zou wijzen, hoewel hij rekening hield met de mogelijkheid dat de zandwal gevormd was als een afzonderlijk eiland in de wadvlakte. Ook door FABER (1947b) en PANNEKOEK (1956) wordt de zandwal van Zandwerven als een deel van een oude strandwal beschouwd.

Bij een vluchtig onderzoek ter plaatse en met behulp van luchtfoto's kon een beeld worden gevormd van de terreïngesteldheid en de verbreiding van de diverse afzettingen (fig. 19 en 20). Zo kon worden aangetoond dat langs de ooststrand van de zandwal het grove zand rust op kleiige Beemster-afzettingen, gelegen met de bovenzijde op ongeveer 2.9 à 3.0 m — N.A.P. De overgangslaag is hier zeer rijk aan gebroken schelpen van *Cardium edule*. Even ten oosten van de zandwal worden de Beemster-afzettingen onder een dun venig dek aangetroffen. In de eigenlijke zandwal wordt steeds op een diepte van 2.1 tot 2.7 m — N.A.P. een laag schelpen en schelpgruis van *Cardium edule* aangetroffen (VAN GIFFEN, 1930; BUTTER, 1935; VAN REGTEREN ALTENA, 1958). Deze laag zet zich ten westen en zuidwesten van de zandwal voort als een dun laagje schelpgruis, gelegen op een diepte van 1 à 1.5 m in kleiafzettingen. De klei boven deze schelp laag behoort tot de Wieringermeer-afzettingen.

Op de zandwal zelf bevindt zich boven de schelp laag grof zand en in de omgeving van de neolithische bewoningsplaats op een diepte van ongeveer 2.4 m — N.A.P. een dunne kleilaag. Boven dit ongeveer 10 cm dikke kleilaagje volgen weer zandlagen, zonder schelpen. In dit zandpakket troffen BUTTER en VAN GIFFEN op een diepte tussen ca 1 m en 2.3 m — N.A.P. sporen van neolithische culturen aan, terwijl VAN REGTEREN ALTENA (1958) slechts één cultuurlaag tussen 1.3 en 1.8 m — N.A.P. vond (fig. 20).

De schelp laag werd met behulp van een ^{14}C -bepaling gedateerd. De ouderdom werd vastgesteld op 2375 ± 55 v. Chr. (GRO 1583) (VAN REGTEREN ALTENA, 1958). Het gedeelte van het kleipakket, behorende tot de Wieringermeer-afzettingen en liggend boven deze schelp laag, is dus jonger dan ongeveer 2400 v. Chr. Deze klei wigt bij Zandwerven uit tegen de zandwal.

Ten westen van de zandwal ligt het klei-oppervlak van de Wieringermeer-afzettingen bijna 1 m hoger dan direct ten oosten van de wal, waar slechts Beemster-afzettingen

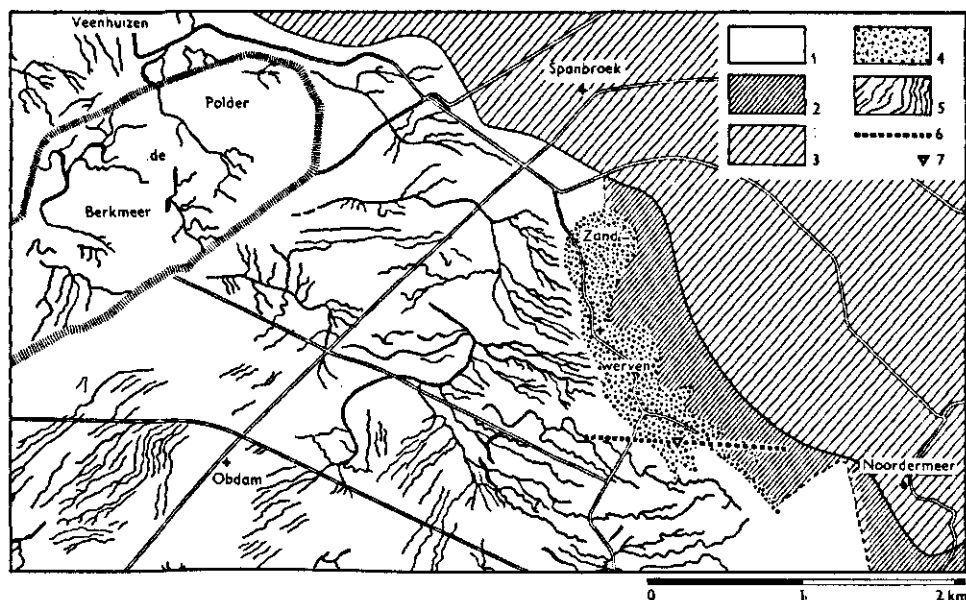


Fig. 19. Oudere mariene afzettingen in de omgeving van Zandwerven / Older marine deposits near Zandwerven.

1. Verbreiding van de Wieringermeer-afzettingen / Distribution of the Wieringermeer deposits —
2. Verbreiding van de Beemster-afzettingen / Distribution of the Beemster deposits — 3. Verbreiding van de jongere afzettingen / Distribution of the younger deposits — 4. Zandwal van Zandwerven / Sand ridge of Zandwerven — 5. Resten van krekken aan de oppervlakte van de Wieringermeer-afzettingen / Remnants of creeks at the surface of the Wieringermeer deposits —
6. Ligging van het profiel (fig. 20) / Location of the cross section (fig. 20) — 7. Plaats van de opgravingen / Location of the archaeological excavations.

voorkomen. Bij het raadplegen van luchtfoto's valt ten westen van de zandwal een zeer groot aantal verlande krekken op. In het veld zijn deze krekken vooral op weilanden die vermoedelijk nog nimmer bouwland zijn geweest, zeer duidelijk. In figuur 19 is een aantal van deze krekken aangegeven.

De krekken vertakken zich sterk en lopen in een groot aantal smalle kreekjes dood tegen de wal van Zandwerven. Ook bij Obdam, Veenhuizen, in het noordoostelijke en westelijke deel van de Heerhugowaard en bij de zandruggen van de Omval-afzettingen in de Schermer is een groot aantal van deze krekken, die zo karakteristiek zijn voor de Wieringermeer-afzettingen, aangetroffen.

Deze krekken vertegenwoordigen de laatste fase van de sedimentatie van de Wieringermeer-afzettingen. Men kan niet één groot doorlopend systeem herkennen; blijkbaar trok de zee zich langzaam uit deze omgeving terug. Plaatselijk zijn duidelijk elkaar kruisende krekken geconstateerd.

Bij Zandwerven is het systeem naar het zuidoosten gericht, bij Obdam naar het zuiden tot zuidwesten. Bij Veenhuizen is een meer slingerend systeem te onderscheiden dat zijn oorsprong ongetwijfeld in het noorden vond. De hoogtekaart van de Heerhugowaard toonde, samen met de luchtfoto's, in het noorden van deze polder een uitgebreid krekkenstelsel aan. De bovenzijde van de oeverwallen reikt hier tot 1.8 m — N.A.P. In figuur 17 is dan ook de dieptelijn van 2 m — N.A.P. door het noordelijk deel van de Heerhugowaard getrokken.

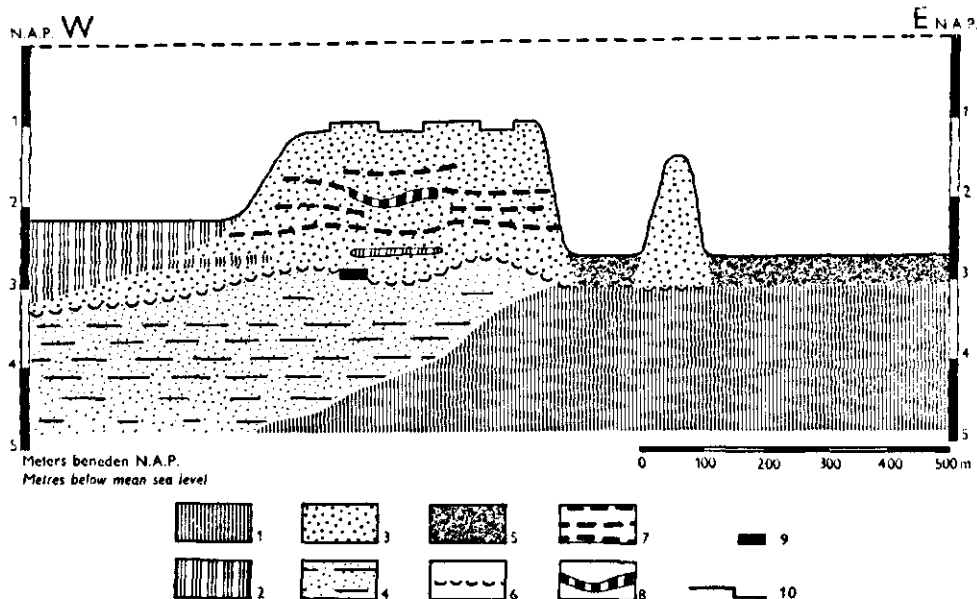


Fig. 20. Schematisch profiel over de zandwal van Zandwerven (zie voor de ligging fig. 19)
 Schematic cross section of the sand ridge of Zandwerven (see for location fig. 19).

1. Beemster-afzettingen / Beemster deposits — 2. Wieringermeer-afzettingen / Wieringermeer deposits — 3. Zand / Sand — 4. Wad-afzettingen / Tidal flat deposits — 5. Venige bovengrond / Peaty top soil — 6. Schelpelaag / Layer with many shells — 7. Humeuze vegetatielagen / Humous vegetation layers — 8. Cultuurlaag / Layer with archaeological finds — 9. ^{14}C -monster / ^{14}C -sample — 10. Afgegraven oppervlak van de zandwal / Partly excavated surface of the sand ridge.

Ten zuiden van de zandwal van Zandwerven valt de grens van de Wieringermeer-afzettingen moeilijk te bepalen. Plaatselijk vindt men daar nog een dunne laag enigszins zandige Wieringermeer-afzettingen op zware Beemster-afzettingen. Gebleken is dat zich de uiterste grens van de Wieringermeer-afzettingen in dit gebied enkele honderden meters voorbij de plaats bevindt, waar de duidelijke krekken eindigen. De verbreidingsgrens van de Wieringermeer-afzettingen in de figuren 17 en 19 is bij Zandwerven dan ook met behulp van luchtfoto's aangegeven.

Wij beschouwen de zandwal van Zandwerven, gezien de ligging in het terrein, als te zijn gevormd tijdens de sedimentatie van de Wieringermeer-afzettingen door de werking van water en wind. Het grovere deel van de grote hoeveelheden zand van de Beemster-afzettingen ten westen van Zandwerven is bij de vorming van de Wieringermeer-afzettingen aan de oostzijde als een wal opgehoopt. Uit een nader onderzoek van de structuur van de zandwal zal moeten blijken in hoeverre mariene sedimentatie naast de aeolische nog een rol heeft gespeeld.

Het onderzoek van de schelpen in de genoemde schelpelaag heeft uitgewezen dat naast *Cardium edule* L. (groot, maar minder dik dan in zuiver zeewater) werden aangetroffen *Mytilus edulis* L. (fragmenten vrij stevig en dik), *Macoma balthica* L. en *Scrobicularia plana* Da C. (VAN REGTEREN ALTENA, 1958). Het milieu kon door Dr C. O. VAN REGTEREN ALTENA (aangehaald in VAN REGTEREN ALTENA, 1958) gekarakteriseerd worden als bijna marien. „Het zoutgehalte van het milieu kan gemiddeld niet veel lager geweest zijn dan in zee. De schelpen zijn niet afkomstig van dieren die ter plaatse hebben geleefd, maar zijn bepaald niet lang of ver getransporteerd”.

De hier gegeven beschrijving past zeer wel in het beeld van een zandwal, vrij dicht bij het zeeget gelegen, doch veel minder in dat van een echte strandwal, bespoeld door de volle Noordzee.

VAN GIFFEN (1930) en BUTTER (1935) stelden in de zandwal sporen van twee neolitische culturen vast. De oudste cultuur valt enigszins te vergelijken met die, welke later gevonden is bij Hekelingen (MODDERMAN, 1953) en op Schouwen (TRIMPE BURGER, 1958).

De jongere cultuur werd door VAN DER WAALS en GLASBERGEN (1955, 1956) tot de eerste fase van de standvoetbekercultuur gerekend, hetgeen bij een recent onderzoek door VAN REGTEREN ALTENA (1958) werd bevestigd⁴. Op grond van ¹⁴C-dateringen mag voor deze fase een ouderdom van ongeveer 2200 v. Chr. worden aangenomen (DE VRIES, BARENDSEN and WATERBOLK, 1958).

De oudere cultuur, die zeer waarschijnlijk in verband mag worden gebracht met afvalhopen met vooral mosselschalen en visresten (WESTERHEEM, 1958) moet ouder zijn dan de eerste fase van de standvoetbekercultuur (2200 v. Chr.) en iets jonger dan ongeveer 2375 v. Chr., zodat deze omstreeks 2300 v. Chr. zou kunnen worden gedateerd. Deze bewoners gebruikten als voedsel hoogstwaarschijnlijk mossels, die op de wadvlakte van de nabij gelegen Wieringermeer-afzettingen leefden en aten voorts, blijkens de aangetroffen resten, steur en bruinvis (WESTERHEEM, 1958).

Ten tijde van de standvoetbekercultuur was de wadvlakte ter plaatse reeds in een kwelder veranderd, waarschijnlijk reeds geheel verland en van de zee afgesloten.

Oudere beschrijvingen van de afzettingen in het tweede verbreidingsgebied.

De Wieringermeer-afzettingen komen in het tweede verbreidingsgebied in Noordholland slechts op enkele plaatsen, namelijk in enkele droogmakerijen, aan de oppervlakte voor. Ze liggen aan de oppervlakte in het zuiden van de Starnmeerpolder, van de Wormer en de Purmer, althans voor zover ze niet door jongere sedimenten of door restveen zijn bedekt. In enkele kleine droogmakerijen in Waterland, namelijk in de Twiske polder en de Assendelveveenpolder treffen we deze afzettingen aan onder een 1 à 2 m dikke laag restveen.

De Wieringermeer-afzettingen zijn in het betreffende gedeelte van Noordholland steeds, samen met de Beemster-afzettingen, beschreven als oude zeeklei (TESCH, 1947; PANNEKOEK, 1956). Door BENNEMA and PONS (1957c) werden deze afzettingen in het westelijke deel van het midden van Noordholland aangeduid als Velsen I-afzettingen, en beschouwd als de jongste oude-zeekleiafzettingen in dit gebied. HAANS (1954) vermeldde in de Haarlemmermeer sedimenten die uit noordelijke richting schenen te komen en konden worden opgevat als te behoren tot de jongste oude-zeekleiafzettingen in dit gebied. GÜRAY (1952) gaf het voorkomen van oude zeeklei in de ondergrond van de IJ-polders aan, doch sprak zich niet uit over de ouderdom. DE KONING en WIGGERS (1955) behandelden de oude-zeekleiafzettingen in Oostelijk Flevoland; deze worden thans door ons grotendeels tot de Wieringermeer-afzettingen gerekend.

Op grond van de ouderdomsbepaling door middel van een ¹⁴C-analyse van een veenlaag, onmiddellijk boven de betreffende afzettingen in Ransdorp (Waterland) gelegen en op grond van een aantal overwegingen van sedimentologische en stratigrafische aard, menen wij dat de afzettingen in het tweede verbreidingsgebied ongeveer van dezelfde ouderdom zijn als de reeds besproken Wieringermeer-afzettingen in het eerste verbreidingsgebied. Derhalve zijn deze sedimenten ook met de naam Wieringermeer-afzettingen aangeduid.

⁴ De auteurs stellen het op prijs op deze plaats de Heer VAN REGTEREN ALTENA te bedanken voor het doorlezen en van enkele aantekeningen voorzien van deze passages.

De verbreiding van de afzettingen in het tweede verbreidingsgebied.

De verbreiding van de afzettingen in het tweede verbreidingsgebied is, voor zover bekend, in figuur 17 aangegeven. Het westelijke deel van de noordgrens is weliswaar vrij vaag, doch de lijn geeft ons inziens toch een vrij goede benadering van de noordelijke begrenzing van de afzettingen. De Wieringermeer-afzettingen wijgen hier over het Starnmeer-zand uit tegen de iets hoger gelegen Beemster-afzettingen (fig. 1). Veenlagen aan de basis van de Wieringermeer-afzettingen zijn hier niet aangetroffen, doch met behulp van een aantal eigenschappen van deze afzettingen, welke afwijken van die van de Beemster-afzettingen, kon de grens bij benadering worden vastgesteld. Zo komen in de Wieringermeer-afzettingen in dit gebied meer katteklei en kalkloze slappe klei voor, wijkt de lutum-kalk verhouding af, is het lutumgehalte minder hoog, en worden in het zuiden van de Wormer enkele krekken gevonden, die in de Beemster-afzettingen steeds ontbreken.

Het oostelijke deel van de noordgrens, alsmede de oost- en zuidgrens in het IJsselmeer en in Waterland zijn nauwkeurig vastgesteld door middel van een groot aantal boringen. Het aangeven van de begrenzing was hier mogelijk, daar de Wieringermeer-afzettingen in dit gebied in principe als een kleilaag in het veen uitwiggen. In het noordelijke deel van het tweede verbreidingsgebied in het IJsselmeer rusten de Wieringermeer-afzettingen op de Beemster-afzettingen, daarvan gescheiden door een dunne veenlaag. Ten zuiden van Marken liggen de afzettingen op de Watergraafmeer-afzettingen, terwijl in het zuidoostelijk deel van het verbreidingsgebied in het IJsselmeer de Wieringermeer-afzettingen op het Veen-op-grotere-diepte rusten.

Vanaf Amsterdam is de zuidoostelijke begrenzing wegens gebrek aan gegevens niet ingetekend. Zoals reeds werd opgemerkt menen wij dat de door HAANS (1954) uit de Haarlemmermeer beschreven afzettingen van de tweede transgressie (de oude-zeekleigronden) geheel of gedeeltelijk tot de Wieringermeer-afzettingen kunnen worden gerekend. Aangezien hieromtrent nog niet voldoende zekerheid bestaat, leek het ons juist dit gebied buiten beschouwing te laten.

Nabij Velsen is de aanwezigheid van de Wieringermeer-afzettingen wel aangegeven, daar de door BENNEMA and PONS (1957c) als Velsen I beschreven afzettingen zeker als Wieringermeer-afzettingen kunnen worden beschouwd.

De Wieringermeer-afzettingen zijn in het tweede verbreidingsgebied plaatselijk weer opgeruimd tijdens de sedimentatie van de Westfriese afzettingen II en de jongere afzettingen van het Oer-IJ (GÜRAY, 1952; BENNEMA and PONS, 1957c).

De hoogteligging van de bovenzijde der afzettingen in het tweede verbreidingsgebied.

De bovenzijde van de Wieringermeer-afzettingen ligt in het tweede verbreidingsgebied tussen 3.5 en 8 m — N.A.P. Langs de zuidelijke en oostelijke verbreidingsrand liggen deze afzettingen het laagst, daar ze hier uitwiggen over van oorsprong zeer slappe oudere afzettingen of over veen. In het noorden en westen van het verbreidingsgebied liggen de afzettingen hoog, daar deze hier overal rusten op het Starnmeer-zand en zelf ook zandig ontwikkeld zijn.

Ten oosten van de 5 m-lijn is de hoogteligging van de bovenzijde van de afzettingen zeer gecompliceerd. Vlak naast stevige zavelprofielen langs de oorspronkelijke geulen treft men zeer slappe rietkleiprofielen aan, die ook onder de jongere veenbedekking zeer sterk kunnen zijn ingeklonken. De bovenzijde van de afzettingen op de ruggen kan tot boven 4 m — N.A.P. reiken, zoals kon worden vastgesteld in de Binnen- en Buitenveldertse polder, waar een kreekrug werd aangetroffen waarvan de bovenkant op ongeveer 3.5 — N.A.P. lag (PONS en KLOOSTERHUIS, 1955). Dit is geheel in overeenstemming met de verschijnselen die in de noordelijke Wieringermeer-afzettingen optreden.

Figuur 21 geeft een gedetailleerd beeld van de hoogteligging van de Wieringermeer-afzettingen in Waterland. Uit deze figuur blijkt duidelijk de onregelmatige hoogteligging van deze afzettingen in het zuidoostelijke deel van het betreffende gebied, en de vlakke ligging in het westelijke deel, waar de afzettingen over een groot gebied reiken tot 3.75-4.0 — N.A.P.

Ook vlak achter het oorspronkelijke zeegat in de Assendelver Zuiderpolder ligt de bovenzijde van de Wieringermeer-afzettingen op ongeveer 3.8 à 4.2 m — N.A.P. Ook

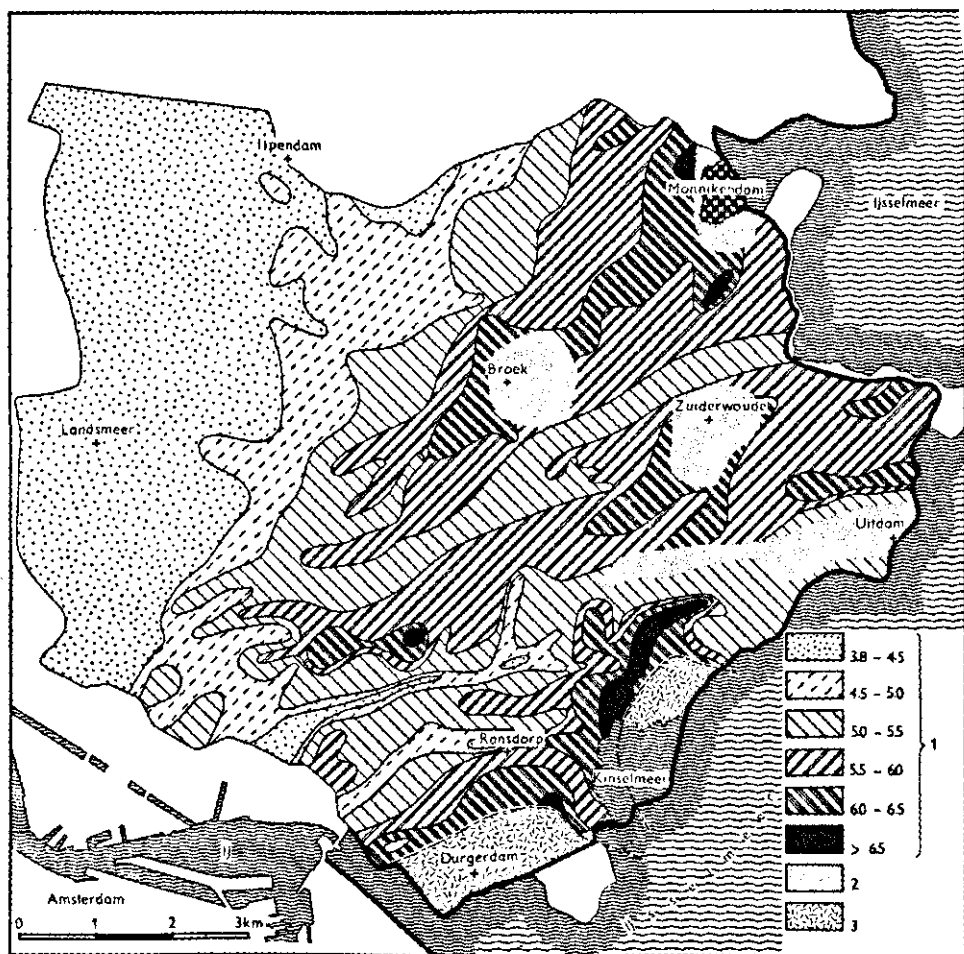


Fig. 21. Hoogteligging van de Wieringermeer-afzettingen in Waterland / Depth of the Wieringermeer deposits in Waterland.

1. Hoogte van de bovenzijde van de afzettingen in m — N.A.P. / Depth of the surface of the deposits in m below A.O.D. — 2. Bovenste deel van de afzettingen geërodeerd / Topmost part of the deposits eroded — 3. Afzettingen ontbrekend, bovenzijde van de oudere mariene afzettingen gevormd door de Watergraafsmeer-afzettingen / Deposits lacking, surface of the older marine deposits formed by the Watergraafsmeer deposits.

in die gebieden waar de Wieringermeer-afzettingen zandig ontwikkeld zijn en deze liggen op niet ingeklonken oudere zandafzettingen, ligt de bovenzijde van het pakket echter aanmerkelijk lager dan dicht bij het zeegat in het eerste verbreidingsgebied.

De dikte en het zand van de afzettingen en de erosie van het Pleistoceen in het tweede verbreidingsgebied.

De totale dikte van de Wieringermeer-afzettingen is in het tweede verbreidingsgebied binnen de provincie Noordholland niet aan te geven. Bij de sedimentatie van deze afzettingen is het oor-

spronkelijk hier aanwezige Starnmeer-zand sterk aangetast en tot op vrij grote diepte omgewerkt. In figuur 1 is de benedengrens van de Wieringermeer-afzettingen tussen de Purmer en de Die dan ook slechts zeer schematisch aangegeven.

In een groot gedeelte van het IJsselmeer werd aan de onderzijde van de Wieringermeer-afzettingen een veenlaag aangetroffen, welke hetzij onmiddellijk op het Pleistoceen is gelegen hetzij op de Watergraafsmeer- of de Beemster-afzettingen. De dikte loopt in het IJsselmeer vrij sterk uiteen en bedraagt maximaal 3 à 3.5 m.

Ten westen van de 5 m-lijn (fig. 17 en 21) bevindt zich in de ondergrond een dik pakket zeer zandige wadafzettingen. Een deel van dit zand behoort tot de Wieringermeer-afzettingen, doch welk deel dit betreft is niet nader aan te geven.

Slechts op zeer weinig plaatsen is in het tweede verspreidingsgebied geconstateerd dat bij de vorming van de Wieringermeer-afzettingen het Veen-op-grotere-diepte en het Pleistoceen zijn aangetast. Vermoedelijk komt deze erosie nog het meeste voor in het IJsselmeer, waar deze dan echter is beperkt tot enkele smalle stroken ter plaatse van gevormde geulen.

Vroegere beschrijvingen en verbreiding van de afzettingen in het derde verbreidingsgebied.

In de polder Groot Mijdrecht is door BENNEMA en DE VISSER (1952) en later door PONS en DE VISSER (1956) een oude zeeklei gekarteerd, waaraan in verband met voorgenomen grondverbeteringen in deze droogmakerij destijds veel aandacht is besteed. Zoals reeds hiervoor (pag. 123) is uiteengezet, bespreekt BENNEMA (1953a) deze afzetting nader en geeft naast meer gedetailleerde gegevens van de afzetting zelf, ook nadere bijzonderheden over de stratigrafie. Zo geeft BENNEMA een doorsnede, waaruit de aanwezigheid blijkt van 2 fasen in de afzetting van de oude zeeklei in de polder Groot Mijdrecht. Door een onderzoek, uitgevoerd door de Heer RIEZEBOS onder leiding van de schrijvers, dat zich uitstreckte van het noorden van de polder Groot Mijdrecht tot Ouddiemen werd in de eerste plaats de onderlinge relatie tussen beide oudere mariene afzettingen in het noorden van de polder Groot Mijdrecht en in de polder de Rondehoep vastgesteld, terwijl voorts het stratigrafische verband tussen de onderste oudere mariene afzetting in de polder Groot Mijdrecht en de oudere mariene afzettingen die werden aangetroffen in de Watergraafsmeerpolder, in de polder Diemen, in de zuidelijke kom van de Zuiderzee en in het oostelijke deel van Waterland, nader werd onderzocht. Uit dit onderzoek is, zoals reeds werd vermeld, gebleken dat de onderste afzetting in de polder Groot Mijdrecht tot de Watergraafsmeer-afzettingen moet worden gerekend (fig. 9). Bovendien werd het, mede op grond van een ^{14}C -datering in het profiel Vinkeveen, duidelijk dat de jongste fase van de 'oude zeeklei' in Groot Mijdrecht even oud is als de Wieringermeer-afzettingen. Wij hebben dan ook gemeend deze even oude afzettingen in het zuidelijke deel van de provincie Noordholland en in het uiterste westen van de provincie Utrecht te mogen aanduiden met de naam Wieringermeer-afzettingen.

De begrenzing naar het oosten kon door de talrijke boringen in de polder Groot Mijdrecht nauwkeurig worden aangegeven (BENNEMA en DE VISSER, 1952; PONS en DE VISSER, 1956). De rietklei gaat langs de rand van het verbreidingsgebied overal over in rietveen. De Heer RIEZEBOS bepaalde aan de hand van een aantal boringen de rens van deze afzettingen in de polder Rondehoep. Hoe de verbreiding naar het westen verloopt is nog onbekend. Evenmin valt thans aan te geven of en zo ja op welke wijze deze afzettingen in de polder Groot Mijdrecht en omgeving samen hangen met de oude-zeekleiafzettingen van de tweede transgressieperiode in de Haarlemmermeer (HAANS, 1954). Wel zijn wij van mening dat de kans zeer groot is dat beide afzettingen uit dezelfde tijd dateren.

Gezien deze onzekerheid is de verbreiding naar het westen niet nader aangegeven, evenmin als de ligging van het betreffende zeeget.

De hoogteligging van de bovenzijde en de dikte van de afzettingen, alsmede de erosie van het Pleistocene in het derde verbreidingsgebied.

Zeer kenmerkend voor de Wieringermeer-afzettingen in het derde gebied is wederom de grote variatie in hoogteligging over korte afstand. Door BENNEMA (1953a) is het uitgesproken krekensysteem op suggestieve wijze weergegeven. Op de stevige ruggen reikt de bovenzijde van de afzettingen tot 4.5 à 5 m — N.A.P. Tussen de ruggen, waar de afzetting als een zeer slappe rietklei is ontwikkeld, ligt de bovenzijde op 5.5 à 7.0 m — N.A.P. Een diepere ligging van de bovenzijde van deze afzettingen dan ongeveer 7.0 — N.A.P. wordt in dit gebied niet aangetroffen, daar het pleistocene zand hier niet dieper ligt dan ongeveer 9 m — N.A.P. De sterke wisseling in hoogteligging van de afzetting treedt ook in de niet verveende polders op, zij het in wat mindere mate.

De dikte van de afzettingen in het derde verbreidingsgebied is betrekkelijk gering. Daar waar geen Watergraafmeer-afzettingen aanwezig zijn, rusten de Wieringermeer-afzettingen direct op het Veen-op-grotere-diepte. Op deze plaatsen bedraagt de dikte maximaal 4 m. Op plaatsen waar de Watergraafmeer-afzettingen wel aanwezig zijn en deze, behalve op plaatsen waar zich bij de sedimentatie van de Wieringermeer-afzettingen krachtige krekken hebben ontwikkeld, van deze jongere afzettingen zijn gescheiden door een veenlaag, bedraagt de maximale dikte van de Wieringermeer-afzettingen ongeveer 2.5 m.

Ter plaatse van de grote krekken zijn de Watergraafmeer-afzettingen geheel of gedeeltelijk opgeruimd. Aantasting van het Veen-op-grotere-diepte of van de pleistocene ondergrond is daarentegen slechts zelden geconstateerd.

1. Wad-afzettingen uit de Wieringermeer (ZUUR, 1936)
Tidal flat deposits from the Wieringermeer (ZUUR, 1936)
2. Afzettingen uit Waterland
Deposits from Waterland
3. Afzettingen uit Groot Mijdrecht
Deposits from Groot Mijdrecht

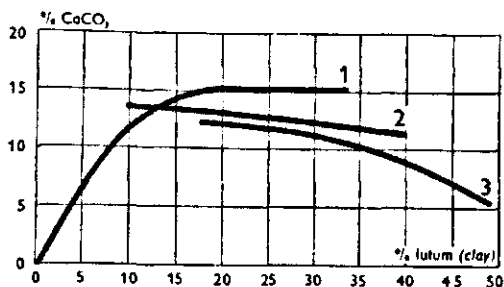


Fig. 22. Verband tussen het koolzure-kalkgehalte en het lutumgehalte van de Wieringermeer-afzettingen.

Relation between the calcium carbonate and the clay content of the Wieringermeer deposits.

De zeegaten en de strandwallen in het eerste en tweede verbreidingsgebied.

Het zeegat van de Wieringermeer-afzettingen in het eerste verbreidingsgebied was gelegen in de omgeving van Schoorl (fig. 17). De strandwal ten zuiden van dit zeegat en behorende bij de Wieringermeer-afzettingen, is de strandwal van Alkmaar-Limmen-Beverwijk en niet, zoals door BENNEMA and PONS (1957c) werd verondersteld die van Uitgeest-Boekel-Oudorp-St. Pancras.

Van de strandwal Alkmaar-Limmen-Beverwijk zijn nog slechts enkele fragmenten over. Vooral in het noorden moet bij de vorming van de Westfriese afzettingen een belangrijk gedeelte door erosie zijn verdwenen. Behalve een deel van de strandwal zijn ook de afzettingen onmiddellijk ten oosten hiervan aan de erosie ten offer gevallen. Het is waarschijnlijk dat de verdwenen strandwal ten noorden van Alkmaar in noordelijke richting verliep. De voortzetting aan de andere zijde van het zeegat lag wellicht buiten de huidige kust bij Petten.

DE ROO (1949, 1953) beschreef de herhaalde jongere doorbraken van de strandwal bij Castricum. Hierop wordt in het volgende artikel nader ingegaan.

Met BENNEMA and PONS (1957c) denken wij ons het zeegat van de Wieringermeer-afzettingen in het tweede verbreidingsgebied ter hoogte van Velsen. Deze auteurs spraken van het zeegat van Velsen. De reeds genoemde strandwal Beverwijk-Limmen-Alkmaar lag aan de noordzijde, de strandwal van Haarlem aan de zuidzijde van het zeegat. Deze strandwal van Haarlem is door VAN DER MEER (1952) als een deel van de door hem zo genoemde strandwallen van de eerste fase beschouwd.

BENNEMA (1954) rekende deze strandwal tot de tweede door hem beschreven strandwallenfase; BENNEMA and PONS (1957c) beschouwden de strandwal als behorend bij de Velsen I afzettingen, dus tot de Wieringermeer-afzettingen.

Over het zeegat van de Wieringermeer-afzettingen in het derde verbreidingsgebied is tot dusver nog niets met zekerheid bekend.

Het koolzure-kalkgehalte van de Wieringermeer-afzettingen in de drie verbreidingsgebieden.

In figuur 22 is het verband tussen het koolzure-kalkgehalte en het lutumgehalte van de Wieringermeer-afzettingen aangegeven. De eerste curve heeft betrekking op monsters van het noordelijke oude wadland uit de Wieringermeer en is ontleend aan ZUUR (1936) ⁵. De tweede curve geeft het verband aan in monsters uit Waterland, de derde voor monsters uit Groot Mijdrecht.

Uit curve 1 blijkt de sterke toeneming van het kalkgehalte bij toenemend lutumgehalte. Bij een lutumgehalte van 20 % bereikt het kalkgehalte een gemiddelde waarde van 15 %. Voor verdere beschouwingen ten aanzien van het koolzure-kalkgehalte van de afzettingen in de Wieringermeer moge worden verwezen naar ZUUR (1936).

In de omgeving van Obdam zijn in zeer zandige Wieringermeer-afzettingen met lutumgehalten van 5 à 10 % kalkgehalten van meer dan 15 % aangetroffen. Vermoedelijk moet dit hoge gehalte worden toegeschreven aan de omwerking van zeer kalkrijke Beemster-afzettingen, waaraan de Wieringermeer-afzettingen hier hun materiaal hebben ontleend.

In Waterland neemt het kalkgehalte bij toenemend lutumgehalte enigszins af. De hoogste kalkgehalten worden bereikt bij lutumgehalten tussen 10 en 20 %. Over het geheel genomen ligt het kalkgehalte van de Wieringermeer-afzettingen in Waterland op een iets lager niveau.

In de polder Groot Mijdrecht daalt het koolzure-kalkgehalte bij toenemend lutumgehalte sterk. De monsters met 50 % lutum bevatten gemiddeld slechts 5 % koolzure kalk. In de zandiger monsters (lutumgehalte 20 % bedraagt dit gehalte gemiddeld nog 13 %).

BENNEMA (1953a en 1953b) heeft uitvoerige beschouwingen gewijd aan de gehalten aan zwavel en koolzure kalk in de oude zeeklei in Groot Mijdrecht.

Naar aanleiding van de curve 2 en 3 wijzen wij er op dat een deel van de oorspronkelijk aanwezig geweest zijnde koolzure kalk kan zijn omgezet in CaSO_4 onder invloed van de oxydatie van de in deze afzettingen aanwezige zwavelverbindingen. Naarmate de klei meer lutum bevat, is het gehalte aan pyriet hoger. De omzetting van pyriet wordt door een hoge pH sterk belemmerd (HARMSEN, 1954) zodat wij menen dat in de gronden met meer dan bijvoorbeeld 5 % CaCO_3 toch in totaal weinig koolzure kalk door oxydatie van pyriet is verdwenen. Hieruit zou volgen dat het thans gevonden koolzure-kalkgehalte ongeveer het oorspronkelijke kalkgehalte aangeeft. De daling van het kalkgehalte bij toenemend lutumgehalte kan in de polder Groot Mijdrecht (curve 3) derhalve niet aan de omzetting van CaCO_3 bij oxydatie van pyriet worden toegeschreven.

De facies van de afzettingen in de drie verbreidingsgebieden.

Over de facies van de Wieringermeer-afzettingen is vrij veel bekend. Zo beschreef ZUUR (1936) het voorkomen van wad- en kwelderafzettingen in de Wieringermeer. ZUUR koos de naam kwelderland, daar de betreffende terreinen, ondanks een afwijkend zoutgehalte van het bespoelende water en daardoor andere vegetatie, landschappelijk hieraan het meeste deden denken. ZUUR beschreef het kwelderland als uitgestrekte riet-

⁵ In de monsters uit de Wieringermeer en Groot Mijdrecht is alleen het gehalte aan afslibbare delen (0-16 μ) bepaald. Het lutumgehalte (gehalte aan deeltjes 0-2 μ) is hieruit afgeleid door het slibgehalte met $\frac{2}{3}$ te vermenigvuldigen.

wouden, die misschien niet zo ver boven het water lagen als de echte kwelders, doch minstens boven normaal peil waren gelegen.

Het onderscheid tussen wad- en kwelderland is door latere auteurs overgenomen (EDELMAAN, 1950; HAANS, 1954; PANNEKOEK, 1956).

VAN LIERE (1948) beschreef de aan de randen van de oude-zeekleigebieden voorkomende slappe riethoudende kleien, doorsneden door talrijke krekens, als modderklei. Deze modderkleigebieden zouden wij met BENNEMA (1953b) liever als rietgorzengebieden beschrijven.

In de Wieringermeer-afzettingen onderscheiden wij, zeer globaal van west naar oost, achtereenvolgens

- a) een wadgebied, waar zandige sedimenten aan of bijna tot aan de oppervlakte reiken. Veelal kunnen in dit gebied geen krekens worden onderscheiden, terwijl de inklinking van de afzettingen gering is;
- b) een kweldergebied, waar op zandige wadafzettingen kleilagen, soms met rietresten, voorkomen. Dit gebied wordt doorsneden door krekens; de inklinking is veelal niet groot, daar de kleilagen slechts dun zijn;
- c) een rietgorzengebied, gelegen aan de rand van het verbreidingsgebied en overgaande in het veengebied. Hier komen zeer slappe riethoudende kleien tot kleiige rietveenafzettingen voor; het gebied is doorsneden door vele, kronkelende krekens, die uiteindelijk worden opgevuld met zandige sedimenten, die weinig of geen rietresten bevatten. De inklinking is in dit gebied zeer groot.

De grens tussen het kwelder- en het gorzengebied is moeilijk te trekken, vooral ook omdat aan het einde van de sedimentatie van de Wieringermeer-afzettingen het gehele kwelder- en zelfs het wadgebied met riet begroeid raakte, zodat vrijwel overal aan de bovenzijde van de afzettingen een laag rietklei van uiteenlopende dikte wordt aangetroffen. Ook wijzigden zich tijdens de sedimentatie de grenzen tussen het wad-, het kwelder- en het rietgorzengebied. Zo komen in het algemeen in de ondergrond van het kweldergebied en plaatselijk nog in de ondergrond van het rietgorzengebied wadafzettingen voor.

Bij de Wieringermeer-afzettingen in het eerste verbreidingsgebied lag het wadgebied ongeveer van Schoorl, Schagen en Oude Niedorp via het midden van de Wieringermeer tot in het IJsselmeer.

De Kop van Noordholland behoorde in het laatste stadium voornamelijk tot het kweldergebied. Ook de reeds beschreven afzettingen bij Zandwerven maakten deel uit van een typisch kwelderlandschap. De als kwelderland beschreven terreinen in de Wieringermeer (ZUUR, 1936) vertoonden waarschijnlijk meer het karakter van een rietgorzengebied, gezien het voorkomen van de vele rietklei en de grote variatie in inklinking van het door krekens doorsneden gebied. Verder oostelijk worden voornamelijk rietgorsafzettingen aangetroffen, zoals door WIGGERS (1955) uit de Noordoostpolder is beschreven.

Over de situatie in het tweede verbreidingsgebied zijn wij minder goed ingelicht. In grote trekken kan men in dit gebied eveneens 3 zones onderscheiden. Het wad- en kweldergebied vallen zeer moeilijk te onderscheiden; deze liggen in het westen tot ongeveer de hoogtelijn van 5 m — N.A.P. (fig. 17 en 21). Oostelijk daarvan treft men ook een gorzengebied aan, doorsneden door vele krekens. Ook in Oostelijk Flevoland constateerden DE KONING en WIGGERS (1955) riethoudende kleien van het gorzengebied van de Wieringermeer-afzettingen. Ook in dit tweede verbreidingsgebied gaat de rietklei zijdelings zeer geleidelijk over in rietveen.

Het in figuur 17 aangegeven deel van het derde verbreidingsgebied wordt geheel door gorsafzettingen ingenomen. BENNEMA (1953a) tekende op een overzichtskaart de

vele voorkomende krek en in een profiel de geleidelijke overgang in oostelijke richting van de afzettingen in veen. Het wad- en kwelergebied van het derde verbreidingsgebied ligt ten westen of zuidwesten van het in figuur 17 afgebeelde gedeelte.

Omtrent de milieu-omstandigheden in de wadgebieden zijn wij tot heden vrij slecht ingelicht. Algemeen neemt men aan dat de sedimentatie plaats vond in een bijna zout tot brak milieu, onder nog ruime toetreding van zuurstof. Dit geldt eveneens voor de wadafzettingen voorkomend in de ondergrond van de kwelder- en gorsgebieden.

In het eerste verbreidingsgebied is duidelijk geconstateerd hoe het zoutgehalte naar het oosten daalde tot zeer lage waarden. In de Noordoostpolder komt in de Wieringermeer-afzettingen immers veelvuldig *Unio timidus* voor (WIGGERS, 1955). Ook de foraminiferen, ostracoden en diatomeeën wezen op een zeer laag zoutgehalte (VAN VOORTHUYSEN, 1951; MIDDELHOEK en WIGGERS, 1953; WIGGERS, 1955).

Door Dr J. H. VAN VOORTHUYSEN werden foraminiferen uit het rietklei van het gorsgebied uit het derde verbreidingsgebied onderzocht. Het onderzoek wees uit dat het hier betrof „een slecht geventileerd, brak milieu, dat naar boven steeds ongunstiger werd, waarbij de toetreding van zuurstof en het zoutgehalte steeds verder afnam". *Sireblus beccarii* kwam onderin nog voor, in de lagen daarboven vrijwel alleen nog *Trochammina*, *Haplophragmoides* en *Arenoparrella*, terwijl bovenin de foraminiferen vrijwel geheel ontbraken.

In dit beeld past geheel het voorkomen van kalkloze kleien, die hun koolzure kalk hebben verloren tijdens de sedimentatie door de hoge CO₂-spanning tengevolge van de aanwezigheid van veel ontledende organische stof. Deze kleien zijn voorts rijk aan pyriet; het lutumgehalte is steeds hoog, evenals het watergehalte direct na de afzetting.

De omstandigheden in de krek en in het gorsgebied gelijken weer vrij veel op die in het wadgebied. De zuurstofvoorziening is hier vrij goed, zodat kalkrijke sedimenten worden afgezet. De koolzure-kalkgehalten, vermeld in figuur 22, zijn voor wat betreft het derde verbreidingsgebied in hoofdzaak van kreek-afzettingen afkomstig.

De ouderdom van de Wieringermeer-afzettingen.

In de literatuur zijn slechts weinig en dan nog uitsluitend globale gegevens te vinden omtrent het einde van de 'oude-zeekleiafzettingen'. BENNEMA (1954) sprak zich het meest positief uit en plaatste het einde van de sedimentatie van de oude zeeklei in Holland omstreeks 2300 v. Chr. PANNEKOEK (1956) en DE JONG en JELGERSMA (1957) plaatsten de grens Atlanticum-Subborea, die omstreeks 3000 v. Chr. valt, in de oude zeeklei en de oude wadafzettingen.

Zoals in het voorgaande reeds werd aangetoond is de sedimentatie van de oudere mariene afzettingen plaatselijk doorgegaan tot in het begin van het Subborea. De Wieringermeer-afzettingen moeten, zoals uit het volgende zal blijken, geheel in het Subborea worden geplaatst.

In het eerste verbreidingsgebied beschikken wij over de door PONS (1957) vermelde gegevens van het profiel Hauwert-Zwaagdijk (fig. 16). De Wieringermeer-afzettingen zijn hier slechts als een dunne laag rietklei ontwikkeld. Onder deze klei bevindt zich een veenlaag, waarvan het bovenste gedeelte door erosie is verdwenen. Aan de basis van deze veenlaag is een ¹⁴C-monster genomen (GRO 605). De ouderdom werd bepaald op 4690 ± 140 jaar, hetgeen betekent dat de veenlaag is gevormd omstreeks 2740 ± 140 v. Chr. Hieruit kan worden geconcludeerd dat de Wieringermeer-afzettingen hier enige tijd na 2740 v. Chr. zijn doorgedrongen.

Een veenlaag aan de bovenzijde van de kleilaag vertoonde een ouderdom van 4090 ± 120 jaar (GRO 610), zodat deze veenlaag werd gevormd omstreeks 2140 ± 120 v. Chr.

De Wieringermeer-afzettingen werden op deze plaats dus gevormd tussen ongeveer 2600 en 2200 v. Chr. De gegevens van DU BURCK (1958a, 1958b) die de door ons als Wieringermeer-afzettingen beschouwde sedimenten in de Kop van Noordholland in het Subborea dateerde, zijn met het bovenstaande in goede overeenstemming.

Nabij Zandwerven konden de Wieringermeer-afzettingen eveneens worden gedateerd.

De sedimentatie vond hier plaats enige tijd vóór 2375 v. Chr., getuige de ouderdom van de schelpplaag, doch deze was omstreeks 2200 v. Chr. reeds beëindigd.

Behalve van Zandwerven zijn ook van andere plaatsen uit het eerste verbreidingsgebied archeologische vondsten gemeld, die kunnen bijdragen tot de datering van de Wieringermeer-afzettingen ⁶. Tot de oudste cultuur van Zandwerven, die op omstreeks 2300 v. Chr. werd gedateerd, behoort wellicht een vuurstenen bijl uit de Wieringermeer, gevonden bij de Hoornse brug, terwijl tot de standvoetbekercultuur (ongeveer 2200 v. Chr.) behoren een vondst uit de Wieringermeer bij de Westfriese Sluis en zeer waarschijnlijk een 3-tal andere vondsten uit de Wieringermeer, alsmede een uit de gemeente Hoogwoud.

Ook een zes-tal stenen bijlen uit de Wieringermeer en een exemplaar, gevonden ten oosten van Den Oever, dateren wellicht uit deze tijd.

Na de bevolking behorende tot de oudste neolitische cultuur van Zandwerven die leefde van visvangst, het verzamelen van schelpdieren en wellicht ook van de jacht, vestigden zich daar omstreeks 2200 v. Chr. bewoners, behorende tot de standvoetbekercultuur, die zich vooral toelieden op de veeteelt, doch ook landbouw bedreven (WATERBOLK, 1956). Gezien de verbreiding van de vondsten van deze standvoetbekercultuur in de Wieringermeer en Westfriesland kan worden aangenomen dat omstreeks 2200 v. Chr. de Wieringermeer-afzettingen werden bewoond door een herdersbevolking. Op de lagere gedeelten begon destijds reeds de groei van het veen. Dit wijst op een einde van de sedimentatie van de Wieringermeer-afzettingen tussen 2300 en 2200 v. Chr.

In het tweede verbreidingsgebied zijn ¹⁴C-bepalingen van het profiel te Ransdorp aanwezig ter datering van de Wieringermeer-afzettingen (fig. 11). De veenlaag, gelegen onder de Wieringermeer-afzettingen is wederom gedeeltelijk geërodeerd. Een ¹⁴C-monster gaf als ouderdom voor deze laag 5090 ± 170 jaar (GRO 1608), waaruit dus volgt dat de veenlaag dateert uit 3130 ± 170 v. Chr. De veenlaag op de Wieringermeer-afzettingen bleek 4500 ± 70 jaar oud en werd dus gevormd omstreeks 2540 ± 70 jaar v. Chr. (GRO 1609). De sedimentatie van de Wieringermeer-afzettingen moet hier dus worden geplaatst tussen enige tijd ná 3130 en vóór 2540 v. Chr., globaal gesproken dus tussen 2900 en 2400 à 2500 v. Chr. Ook palynologisch is geconstateerd dat de Wieringermeer-afzettingen nabij Ransdorp in het Subboreaal werden afgezet.

Ook in het derde verbreidingsgebied is een profiel geanalyseerd, waaruit de ouderdom van de Wieringermeer-afzettingen valt af te leiden (fig. 10). Het monster CV2 (GRO 988), genomen op een diepte van 6.2-6.3 m — N.A.P. en even boven de maximale *Chenopodiaceae*-uitslag behorend bij de Watergraafsmeer-afzettingen, bleek 5150 ± 60 jaar oud te zijn en dus te dateren uit 3190 ± 60 v. Chr. Het monster, genomen onmiddellijk boven de *Chenopodiaceae*-uitslag van de Wieringermeer-afzettingen (CV1, GRO 978) was 4200 ± 80 jaar oud; de betreffende laag werd derhalve gevormd omstreeks 2240 ± 80 v. Chr. ⁷.

Hieruit volgt dat de Wieringermeer-afzettingen hier zijn gevormd tussen enige tijd na 3200 v. Chr. en ongeveer 2250 v. Chr., dus waarschijnlijk tussen 2900 en 2200 à 2300 v. Chr. Ook in dit profiel van Vinkeveen kan de sedimentatie op palynologische gronden in het Subboreaal worden geplaatst.

⁶ Gezien het feit, dat de Heren G. D. VAN DER HEIDE, P. J. R. MODDERMAN en J. F. VAN REGTEREN ALTENA voornemens zijn een artikel samen te stellen over de archeologische vondsten uit het door ons behandelde gebied, wordt thans volstaan met het opsommen van de vindplaatsen. Een nadere behandeling en gemotiveerde datering van de vondsten zal in het genoemde artikel plaats vinden.

⁷ Het monster CV3, speciaal genomen ter datering van de bovenzijde van de Wieringermeer-afzettingen, was ten tijde van het samenstellen van het manuscript nog niet geanalyseerd (zie fig. 9).

Wanneer men alle vermelde gegevens met elkaar vergelijkt kan men concluderen dat de Wieringermeer-afzettingen in de drie besproken verbreidingsgebieden ongeveer in dezelfde tijd zijn gevormd, namelijk globaal gesproken tussen 2900 en 2300 à 2200 v. Chr. Alle palynologische gegevens wijzen bovendien uit dat de sedimentatie plaats vond in het begin van het Subborea. Ook de archeologische vondsten steunen deze datering.

Na de vorming van de Wieringermeer-afzettingen begon overal achter de inmiddels gesloten strandwallen de groei van het oppervlakteveen op de Wieringermeer-afzettingen, terwijl de veengroei in de daarnaast gelegen gebieden voortgang vond.

DE HOLOCENE WORDINGSGESCHIEDENIS VAN NOORDHOLLAND EN HET ZUIDERZEEGEBIED

met fig. 23 t.e.m. fig. 44

DEEL II

THE HOLOCENE GENESIS OF THE PROVINCE OF NORTH-HOLLAND AND THE FORMER ZUYDER SEA REGION

Part II

SUMMARY

In this article, a continuation of the first paper on the Holocene genesis of North-Holland and the Zuyder Sea region (PONS and WIGGERS, 1959), a description is given of the sedimentation of the younger marine deposits and the peat formation after about 2300-2200 B.C. Discussed are: the growth of peat before the sedimentation of the Westfrisian deposits, the Westfrisian I and II deposits, peat growth after the formation of the Westfrisian deposits and the origin of Lake Flevo, the Subatlantic pre-Roman deposits, the late-Roman and early-Merovingian deposits, the Ottonian erosion phase, the late-mediaeval deposits and -erosion and the post-mediaeval Zuyder Sea deposits. In the cross-section of fig. 1, part I, the interrelated position of a part of these deposits is shown.

After completion of the Wieringermeer deposits (about 2300-2200 B.C.) peat growth started everywhere behind the closed beach bar coast. In fig. 23 a picture is given of the original distribution of the peat and its remnants after erosion. Over large areas this peat growth came to a stop as a result of the sedimentation of the Westfrisian deposits, consisting of two different series of sediments, viz. Westfrisian I and II deposits, dating about 2100-1900 B.C. and about 1600-1250 B.C. respectively.

Occasionally creek ridges of the Wieringermeer deposits and of the Westfrisian I and II deposits are intertwined in a fanciful pattern (fig. 26) but in those cases the thin heavy-textured layers beside the ridges are commonly separated by thin peaty layers (fig. 25). Fig. 24 gives the distribution of the Westfrisian I deposits. The surface of these deposits, which originate from the north, lies at about 2.0 to 1.8 m — A.O.D. at the highest points.

The Westfrisian II deposits, spread over two areas, are shown with many details in fig. 27. In the northern distribution area an extensive tidal flat and tidal marsh area came into existence in the peat region. This tidal flat area, silted up to a level of about 0.5 m — A.O.D., merged into a lake district, coinciding with the location of the present-day Noordoostpolder, in which subaqueous sediments (Cardium clay) were deposited. In figs. 28 and 29 a picture is given of the present-day differences in level of the sandy and clayey sediments caused by a considerable amount of settling, which set in after deep drainage. Fig. 33 shows that the CaCO₃ content of the Westfrisian I and II deposits is high in the northern distribution area. The facies points in both cases to the existence of a strongly developed salt to weakly brackish tidal flat area with salt marshes, which has afterwards, with the exception of the Noordoostpolder section, silted-up completely. In the Younger Neolithicum and the Bronze Age both of these silted-up Westfrisian deposits were locally inhabited. The firm clay area composed of these sediments has greatly influenced the present-day ultimate shape of the mainland of North-Holland.

In the southern distribution area (fig. 27) a deep channel (Primeval-Y) and a great number of lakes, filled-in with subaqueous sediments, was formed and penetrated deep into the peat hinterland. Due to an untimely closing of the coast, the Westfrisian II deposits hardly anywhere attained the tidal flat or salt marsh stage. The deposits in the southern distribution area are of a brackish to almost fresh nature.

In fig. 30 a detailed picture is given of the sedimentation of the Westfrisian II deposits and its influence on the peat area lying directly to the northeast of Amsterdam. In figs. 34 and 35 a pollen diagram and a radio-carbon profile are represented, which enable a further dating of the Westfrisian II deposits in the southern distribution area.

Fig. 31 gives a more detailed picture of the location of the Westfrisian II deposits. Fig. 32 shows a 'ship's camel', used in the 18th century to 'lift' the Amsterdam-bound ships — whose tonnage was continually enlarged — over the Pampus shoals which were formed during the sedimentation of the Westfrisian II deposits.

During sedimentation of these deposits strong tidal movements asserted their influence far into the hinterland. Due to this action a branch of the river Rhine (the Vecht) was diverted to the thus formed bay, causing a change in the peat formation in the Vecht area, turning peat growth from oligotrophic reed sedge peat into eutrophic wood peat (figs. 34 and 36). The last figure shows the peat growth, the distribution of the various kinds of peat, and the remnants of the peat, grown after the sedimentation of the Westfrisian II deposits and after subsequent erosion.

After the encroachment of the sea and the formation of the Westfrisian II deposits, by which many open waters came into existence in the peat region, large non silted-up lakes remained in the second distribution area (fig. 37). Supposedly both distribution areas were connected by these lakes which were partly filled-in with mineral and peaty subaqueous sediments. Further erosion of the lake shores between ± 1250 B.C. and the beginning of this era caused continual enlargement, which finally led to the creation of lake Flevo, the boundaries of which at about the beginning of this era are represented in fig. 37. During this phase of development of lake Flevo the young detritus-gyttja was deposited.

On the coast, between ± 800 -450 B.C. (first pre-Roman transgression phase), a relatively less important encroachment of the sea caused sedimentation of the so-called Egmond Lake deposits (fig. 38). Shortly afterwards, during the second pre-Roman transgression phase (± 300 B.C.-0), new tidal flat and tidal marsh deposits were formed (fig. 38). These deposits, as well as other high-lying and well-drained marine deposits and peat land, were inhabited to a fairly large extent in the Roman period (fig. 39). This was already the case, after ± 450 B.C., on the beach bars and the east point of Westfriesland. The latter area, however, was abandoned again before the beginning of the Roman period.

The following, archaeologically and historically fairly exactly dated transgression phases and deposits, after the beginning of the present era, are distinguished:

1. Late-Roman and early-Merovingian phase (± 250 to 500-600 A.D.)
2. Ottonian phase (850 to 1000 A.D.)
3. Late-Mediaeval phase (± 1200 to 1500-1600 A.D.)
4. Modern phase (± 1700 -1800 A.D. up to the present time).

Fig. 40 shows the deposits of the late-Roman and early-Merovingian transgression phase. The first distribution area is a non filled-in area with tidal flat and subaqueous sediments. Of the second distribution area only the tidal marsh deposits ('Rekere' and 'pik' clay deposits), the sandiest parts of which are silted-up to ± 0.2 m $\pm$ A.O.D., are known. In fig. 40 only the tidal marsh sediments (heavy clay-over-peat) in the third distribution area are represented. The sandy deposits were inhabited after the beginning of the Merovingian, and the clayey deposits after that of the Karolingian period. During the Ottonian erosion phase older sediments were destroyed on a large scale and habitation continued on some peat and clay-over-peat soils. The 11th and 12th centuries were characterized by little transgression activity of the sea; therefore, peat reclamation was rendered possible and was undertaken on a large scale, and the population increased strongly everywhere (fig. 40).

Large tracts of land were lost again in the late-mediaeval transgression phase, in which the lakes in the peat and clay areas became increasingly larger, the Zuyder Sea almost reached its present-day dimensions and extensive deposits were formed.

In the 'Kop' of North-Holland the deposition of a thick layer of sediments took place (fig. 41) and banks were formed along the lake shores in the clay area.

Between the beginning of this era and about 1500-1600 A.D., the so-called Almere deposits were formed (for distribution and thickness see fig. 42). This formation consists of practically fresh to slightly brackish subaqueous deposits. The environmental conditions were affected by great quantities of fresh water of the rivers Vecht and IJssel, discharged into the Almere Lake since the beginning of our era.

In this formation an erosion level has been observed dating back to about 1200 A.D. After 1575 a strongly diminished watersupply from the river IJssel caused an increasing salinity of the Zuyder Sea. Consequently, afterwards brackish Zuyder Sea sediments were deposited of which the clay content and thickness are shown in figs. 43 and 44.

Inleiding.

In een voorgaand artikel in dit Tijdschrift (PONS en WIGGERS, 1959, pp. 104-152) werden het Veen-op-grotere-diepte en de oudere mariene afzettingen in Noordholland en het Zuiderzeegebied behandeld. In aansluiting hierop worden thans besproken de

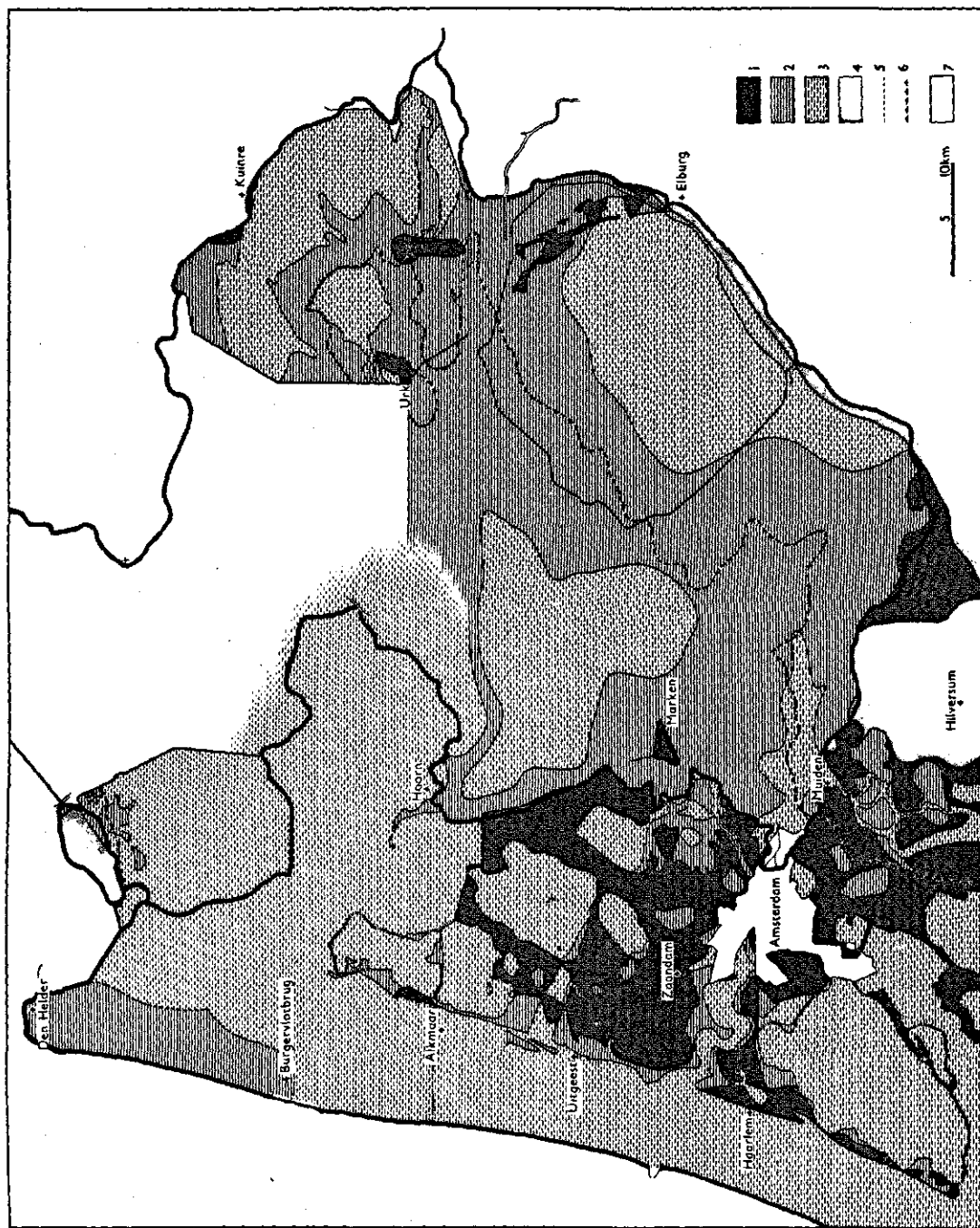


Fig. 23.

Het veen gevormd op de oudere mariene afzettingen en het Pleistoceen vóór 2000 à 1650 v. Chr.
Peat grown on the older marine sediments and on the Pleistocene before 2000-1650 B.C.

1. Veenlaag nog geheel of vrijwel geheel aanwezig
All or nearly all of the peat still present
2. Veenlaag gedeeltelijk geërodeerd; dikte van de resterende veenlaag 0.25-1.0 m
Peat partly eroded; thickness of the remaining peat layer 0.25-1.0 m
3. Strandwallen en strandvlakten waarop vóór 2000 à 1650 v. Chr. geen veen is gevormd en gebieden waar de veenlaag geheel of grotendeels is verdwenen; dikte van de resterende veenlaag minder dan 0.25 m
Beach bars and inner-beaches without peat formed before 2000-1650 B.C., and areas where the peat has been totally or greatly removed by erosion; thickness of the remaining peat layer less than 0.25 m

4. Pleistoceene oppervlakte hoger dan ongeveer 1.5 m — N.A.P. gelegen; geen veen aanwezig
Pleistocene surface above circa 1.5 m below A.O.D.; no peat was formed
5. Grens slechts bij benadering bekend
Boundary only roughly known
6. Grens van de oudere mariene afzettingen
Boundary of the older marine deposits
7. Buiten beschouwing gelaten gebieden
Areas left out of consideration

veengroei en de mariene afzettingen na 2300 à 2200 v. Chr.. Deze mariene sedimenten worden samengevat onder de naam jongere mariene afzettingen, zulks ter vermijding van de in dit verband wellicht verwarring stichtende term jonge zeeklei. Achtereenvolgens zullen worden behandeld: de veengroei vóór de sedimentatie van de Westfriese afzettingen, de Westfriese afzettingen I en II, de veengroei na de vorming van de Westfriese afzettingen en het ontstaan van het meer Flevo, de subatlantische pre-Romeinse afzettingen, de laat-Romeinse en vroeg-Merovingische afzettingen, de Ottoonse erosiefase, de laat-Middeleeuwse afzettingen en erosie en de post-Middeleeuwse Zuiderzee-afzettingen.

Bij de bespreking van de veengroei vóór de vorming van de Westfriese afzettingen zal behalve de veenontwikkeling op de oudere mariene afzettingen ook die op het Pleistoceen worden behandeld. Het veen op de oudere mariene afzettingen wordt hierbij aangeduid als het oppervlakteveen.

De nummering van de figuren sluit aan bij die uit het voorgaande artikel. Bij de verwijzing naar passages en figuren uit deel I zal worden volstaan met de aanduidingen: DI I, fig. x of DI I, pag. x.

DE VEENGROEI VÓÓR DE SEDIMENTATIE VAN DE WESTFRIESE AFZETTINGEN

Zoals in dit artikel nader zal worden aangetoond vond de vorming van de Westfriese afzettingen plaats in twee fasen. De Westfriese afzettingen I dateren uit de periode van ongeveer 2100 tot 1900 v. Chr., de Westfriese afzettingen II van ongeveer 1650 tot 1250 v. Chr.. Plaatselijk eindigde de veengroei vóór de sedimentatie van de Westfriese afzettingen dus reeds omstreeks 2000, elders eerst omstreeks 1650 v. Chr.. Globaal gesproken wordt in deze paragraaf dus behandeld de ontwikkeling van het veen sedert 2200 à 2300 v. Chr. tot omstreeks 2000 à 1650 v. Chr..

Korte tijd na de voltooiing van de Wieringermeer-afzettingen begon achter de grotendeels gesloten strandwallenkust de veengroei. In die gebieden waar geen Wieringermeer-afzettingen werden gedeponceerd bleef het veen tijdens deze sedimentatie op de reeds eerder gevormde oudere mariene afzettingen en het pleistocene zand doorgroeien. Zodoende vormde al spoedig vrijwel het gehele door ons beschreven gebied één groot veenmoeras. Helaas is een volledige reconstructie van de veenontwikkeling niet meer mogelijk, daar met name in het Zuiderzeegebied een zeer groot gedeelte van het destijds gevormde veen is weggeslagen.

In figuur 23 is aangegeven waar het veen uit de betreffende periode nog geheel of vrijwel geheel aanwezig is, waar slechts een restant is overgebleven en waar het veen geheel of vrijwel geheel is weggeslagen. Voorts is de begrenzing van de oudere mariene afzettingen aangegeven, alsmede de dieptelijn van de bovenzijde van het Pleistoceen van 1,5 m — N.A.P..

BENNEMA (1954) nam, op grond van een door hem uitgevoerd onderzoek in de Vechtstreek tussen Loenen en Muiden, aan dat de bovenzijde van het veen bij het begin van de Cardium-transgressie reikte tot 2,0 à 2,25 m — N.A.P., terwijl WIGGERS (1955) dit niveau in de Noordoostpolder schatte op omstreeks 2,5 à 3 m — N.A.P.. Tegen de hogere rand van het Pleistoceen kan de veengroei, mede in verband met de vochtiger omstandigheden aldaar, omstreeks het Midden-Subborea al wel tot een niveau van ongeveer 1,5 m — N.A.P. hebben gereikt; vandaar dat in figuur 23 de dieptelijn van de bovenzijde van het Pleistoceen van 1,5 m — N.A.P. werd aangegeven. Op het pleistocene zand bestaat het onderste deel van het veenpakket meestal direct uit fijn zeggeveen.

Op de Wieringermeer-afzettingen en op de overige oudere mariene afzettingen begon de veengroei, onder invloed van de aanvankelijk nog enigszins brakke omstandigheden, steeds met de vorming van grof rietveen. Reeds spoedig daarna ontstond rietzeggeveen.

Voor Waterland wordt zowel door BENNEMA (1954) als door ZWILLENBERG en HENDRIKS (1954) vermeld, dat het veen zich reeds vóór de overstromingen welke gepaard gingen met

de vorming van de Westfrieze afzettingen, via mesotroof, fijn zeggeveen in oligotroof veenmosveen had ontwikkeld. BENNEMA toonde dit ook aan in de Vechtstreek, evenals WIGGERS (1955) in de Noordoostpolder. Langs het Oer-IJ en ten oosten van Haarlem werd vóór de genoemde overstromingen het stadium van mesotroof zeggeveen en berkenveen bereikt (BENNEMA, 1954). Ook in de Zaanstreek en rondom de Beemster vertoont het veen op ongeveer een halve meter boven de oudere mariene afzettingen reeds een oligotroof karakter, zodat hier overal omstreks het midden van het Subboreaal oligotroof veen groeide. De mening van WIGGERS (1955), dat in vrijwel het gehele Noordoostpoldergebied vóór het midden van het Subboreaal een snelle ontwikkeling van het veen tot oligotroof veen plaatsvond, zouden wij dan ook voor het gehele door ons behandelde gebied van toepassing willen verklaren. Slechts langs de oevers van enkele stroompjes, waarvan de ligging overigens vrijwel geheel onbekend is, zal het eutrofe veen zich hebben kunnen handhaven.

In figuur 23 is de huidige situatie van het destijds gevormde veen globaal aangegeven. In Noordholland is van het uitgestrekte veengebied slechts een klein deel gespaard gebleven, voornamelijk ten zuiden van de lijn Alkmaar-Hoorn.

In de polders Zijpe en Koegras komt tussen Burgervlotbrug en Den Helder volgens DU BURCK (1959) en blijkens figuur 18 (dl I) op de Wieringermeer-afzettingen nog een duidelijke veenlaag voor. Daar plaatselijk nogal veel erosie van dit veenpakket is opgetreden, is het betreffende gebied in figuur 23 aangegeven als een gebied waar nog een deel van het veen is gespaard gebleven. In de Anna Paulownapolder, de Wieringerwaard, Westfriesland, het westelijke deel van de Wieringermeer, het noordwestelijke deel van de vroegere Zuiderzee en in het centrum van de Noordoostpolder is het veen vrijwel geheel weggeslagen bij de vorming van de Westfrieze afzettingen. In de polders Westerkogge en Beetskoog, gelegen ten westen en zuidwesten van Hoorn, is het veen door de bevolking verwijderd. Bij de aantasting van het veenlandschap rondom Amsterdam, tijdens de vorming van de Westfrieze afzettingen, is veelal nog een gedeelte van het veen gespaard gebleven.

Tussen de strandwallen van Limmen-Alkmaar en Uitgeest-Oudorp is het veen bij latere inbraken vrijwel geheel vernield; slechts in het zuidelijke deel van deze strandvlakte en tussen de strandwallen van Akersloot en Uitgeest-Boekel is nog enig veen uit de betreffende tijd gespaard gebleven.

Vergeleken met Noordholland is in het Zuiderzeegebied de aantasting van het veenlandschap veel sterker geweest. Van het veen gevormd in het begin van het Subboreaal, resteert veelal nog slechts een dunne tot zeer dunne laag. Slechts nabij Kuinre, op en rondom de eilanden Urk, Schokland en Marken en ten noorden van Elburg zijn nog geheel of vrijwel geheel complete veenprofielen aanwezig.

DE WESTFRIESE AFZETTINGEN

Inleiding.

Aan de in de vorige paragraaf beschreven veenvorming op en naast de Wieringermeer-afzettingen kwam in een belangrijk gedeelte van het besproken gebied reeds spoedig een einde. In het midden van het Subboreaal brak de zee op enkele plaatsen weer in, waarna de sedimentatie van de Westfrieze afzettingen plaatsvond.

De naam Westfrieze afzettingen is door DU BURCK en ENTE (1954), DU BURCK, ENTE en PONS (1956) en PONS en KLOOSTERHUIS (1957) gebruikt voor de mariene sedimenten die in Westfriesland over een groot gebied aan de oppervlakte liggen. Zoals nader zal blijken, kan een deel van deze Westfrieze afzettingen worden gecorreleerd met de Cardiumklei. De naam Cardiumklei werd geïntroduceerd door MULLER en VAN RAADSHOOVEN (1947) voor afzettingen in de Noordoostpolder, welke door deze auteurs als atlantisch werden beschouwd. Zij dateerden deze Cardiumklei tussen 2500 en 1500 v. Chr., MIDDELHOEK en WIGGERS (1953) en WIGGERS (1955) plaatsten de sedimentatie van de Cardiumklei in het Subboreaal, terwijl WIGGERS op grond van twee ¹⁴C-bepalingen deze afzetting nader dateerde op omstreks 1550 à 1350 v. Chr..

Inmiddels had BENNEMA (1954) de Cardiumtransgressie in Waterland, langs het Oer-IJ en in de Vechtstreek met behulp van diverse gegevens gedateerd op omstreks 1800 v. Chr., ZWILLENBERG en HENDRIKS (1954) gebruikten de benaming Cardiumklei eveneens voor afzettingen in Waterland en plaatsten de vorming in het Subboreaal. Een

nadere behandeling van de diverse overige publikaties waarin sprake is van Cardiumklei-afzettingen zal op pag. 12 en 13 plaats vinden.

De datering van de mariene afzettingen in Westfriesland heeft lange tijd een probleem gevormd (WIESE, 1956). De afzettingen werden namelijk aanvankelijk beschouwd als jonge zeeklei, afgezet na het begin van onze jaartelling (BRAAT, 1947; TESCH, 1947), terwijl het onderzoek van VAN GIFFEN (1944, 1953) aantoonde, dat op deze zeeklei grafheuvels lagen, die gedateerd konden worden tussen 1400 en 900 v. Chr..

DU BURCK en ENTE (1954) stelden op grond van palynologisch en archeologisch onderzoek vast dat de vorming van deze afzettingen valt tussen het begin van het Subboreaal en ca 1400 à 1000 v. Chr..

In verschillende delen van Westfriesland bleken de Westfriesse afzettingen in twee fasen te zijn gevormd. DU BURCK (1955) toonde dit aan in Venhuizen, DU BURCK en ENTE (1954) en DU BURCK, ENTE en PONS (1956) in het oostelijke deel van Westfriesland en PONS en KLOOSTERHUIS (1957) in het grootste deel van de rest van Westfriesland. De twee fasen zijn vrijwel steeds gescheiden door een vegetatiehorizont, die soms overgaat in een veenlaag. PONS (1957) kon in het profiel Hauwert-Zwaagdijk de beide afzettingen dateren en onderscheidde een oudere en een jongere fase, welke hij respectievelijk Westfriesse afzettingen I en Westfriesse afzettingen II noemde (DI I, fig. 16). Deze aanduidingen worden ook in deze publikatie gebruikt.

Terwijl DU BURCK, ENTE en PONS nog meenden, dat de Westfriesse afzettingen I moesten worden gecorreleerd met de Cardiumklei uit de Noordoostpolder (volgens de datering van WIGGERS), kon PONS aantonen dat de Westfriesse afzettingen II in ouderdom overeenkomen met de Cardiumklei.

De Westfriesse afzettingen komen, behalve in Westfriesland, voor in een groot deel van de Kop van Noordholland, in Noord-Kennemerland, in het Geestmerambacht, in het zuidelijke en westelijke deel van de Wieringermeer, langs het Oer-II, in Waterland, (in de Haarlemmermeer), in de Vechtstreek, in de Noordoostpolder en op enkele plaatsen in het overige deel van het Zuiderzeegebied. Het was vrijwel steeds mogelijk vast te stellen, om welke van de beide Westfriesse afzettingen het hierbij ging. Allereerst worden thans besproken die afzettingen, welke met zekerheid tot de Westfriesse afzettingen I behoren. Westfriesse afzettingen, waarvan niet met zekerheid bekend is of ze tot de eerste dan wel tot de tweede fase behoren, worden tezamen met de Westfriesse afzettingen II behandeld.

DE WESTFRIESE AFZETTINGEN I

Inleiding.

Zoals reeds in het voorgaande werd opgemerkt is de naam Westfriesse afzettingen I geïntroduceerd door PONS (1957) voor de mariene sedimenten die in Westfriesland veelal onder de Westfriesse afzettingen II (de Cardiumklei) worden aangetroffen en daarvan zijn gescheiden door een vegetatielaag of een veenlaag. De ouderdom van deze afzettingen werd door PONS met behulp van twee ^{14}C -bepalingen vastgesteld; een veenlaag onder de Westfriesse afzettingen I dateerde uit 2140 ± 120 v. Chr., een veenlaag op deze sedimenten uit 1800 ± 120 v. Chr. (resp. GRO 610 en 609) (DI I, fig. 16).

Sedert het verschijnen van deze publikatie zijn vele nieuwe gegevens verzameld omtrent het voorkomen en de aard van de Westfriesse afzettingen I, terwijl ook enkele nieuwe gegevens met betrekking tot de ouderdom van deze sedimenten ter beschikking zijn gekomen. Alvorens de nieuwere feiten te vermelden zal een kort overzicht worden gegeven van de verschillende publikaties waarin de betreffende afzettingen, zij het onder andere namen, zijn beschreven.

Literatuurgegevens.

Zoals reeds in deel I (pag. 136) is opgemerkt, vermeldde ZUUR (1936) het voorkomen van een 10 à 20 cm dik veenlaagje in de oude zeeklei in het westelijke en zuidelijke deel van de Wieringermeer. In het zuidoosten van deze polder komen volgens ZUUR plaatselijk twee van deze veenlaagjes voor, gescheiden door een dunne kleilaag (fig. 25).

ZUUR wees op een aantal verschillen tussen de afzettingen boven en onder het veenlaagje. De sedimenten boven het veenlaagje zijn veelal lichter dan die er onder; de verschillen zijn soms zelfs zo groot, dat ZUUR sprak van de vorming van wadafzettingen op de onderliggende kwelderafzettingen. De sedimentatie na de vorming van het veenlaagje bedroeg plaatselijk meer dan 1 m. De grond boven het veenlaagje is, behalve op enkele plaatsen in het uiterste westen, kalkhoudend en veelal zelfs zeer kalkrijk. Het veenlaagje ligt tussen 3 en 4.5 m — N.A.P..

Zoals uit figuur 24 blijkt, menen wij dat de afzettingen boven het veenlaagje tot de Westfriese afzettingen I moeten worden gerekend. Waar twee veenlaagjes aanwezig zijn behoort de klei tussen beide laagjes tot de Westfriese afzettingen I en die boven het bovenste laagje tot de Westfriese afzettingen II (fig. 25). In dit verband moet er op worden gewezen, dat de kleilaag tussen beide veenlaagjes in het zuidoostelijke deel van de Wieringermeer en boven de veenlaag in het overige deel van de polder door PONS (1957) ten onrechte als Wieringermeerklei werd beschouwd.

BURINGH (1948) publiceerde een luchtfoto van een deel van de Wieringermeer, waarop twee elkaar kruisende kreeksystemen te zien zijn (fig. 26). Zoals nog nader zal worden aangetoond, behoort het oudere stelsel tot de Wieringermeer-afzettingen, het jongere tot de Westfriese afzettingen I.

DU BURCK en ENTE (1954) maakten melding van het voorkomen van afzettingen gelegen onder de sedimenten van de jongere fase van de Westfriese afzettingen. De oudere sedimenten vertonen een duidelijk systeem van krekken met zavelige tot zandige oeverwallen en van kommen met slappe, kwelderachtige afzettingen. De oudere afzettingen, van de jongere gescheiden door een vegetatielaag of een veenlaag, zijn volgens deze auteurs, althans in het Grootslag en de gemeente Venhuizen, over het algemeen veel kleiiger ontwikkeld dan de jongere. Zo vindt men in het oostelijke deel van Westfriesland in zeer veel gevallen, dat de zavelige afzettingen van het jongere systeem op een diepte van 1 à 1.2 m beneden maaiveld vrij plotseling, en meestal via een vegetatielaag, overgaan in zware, slappe klei.

DU BURCK, ENTE en PONS (1956) correleerden deze oudere afzettingen met de Cardiumklei van de Noordoostpolder, hetgeen, zoals reeds werd opgemerkt, onjuist bleek te zijn. In de genoemde publikatie is een pollendiagram van een profiel in het Lutjebrockerwiel, gelegen ten noorden van Venhuizen, afgebeeld. De kleilaag beneden 5.3 m — N.A.P. behoort tot de Wieringermeer-afzettingen. Na een dunne veenlaag volgen in het profiel de Westfriese afzettingen ter dikte van ongeveer 2 m. De bovenkant van deze afzettingen reikt op deze plaats tot ongeveer 3 m — N.A.P., waarna weer een veenlaag ter dikte van enkele decimeters volgt. Het feit, dat *Fagus* in deze veenlaag nog geen continue curve vormt, wijst er op dat de veenlaag ouder is dan die, welke elders op de Cardiumklei voorkomt. De diepe ligging van de bovenzijde van deze afzetting, het ontbreken van een twee-deling in het pakket en de dikte van de veenlaag, wijzen eveneens in de richting van de oudere fase, dus van de Westfriese afzettingen I.

Uit de behandeling van de bodemgesteldheid van het Geestmerambacht door DU BURCK (1957) is niet duidelijk geworden of in dit gebied nog afzettingen uit de oudere fase aanwezig zijn. Wij achten dit echter niet waarschijnlijk.

DU BURCK (1959) publiceerde een pollendiagram van een veen- en kleiprofiel nabij Burgervlotbrug. In dit profiel komt tussen 2.6 en 3.8 m — N.A.P. een kleilaag voor, welke DU BURCK paralleliseerde met de Cardiumklei uit de Noordoostpolder. In een latere publikatie (i.v.) plaatst deze auteur de kleilaag nabij Burgervlotbrug, de oudere fase van de Westfriese afzettingen en de Cardiumklei, min of meer op één lijn. Een ^{14}C -bepaling van een veenlaag op deze kleilaag gaf een ouderdom van het veen van 3570 ± 80 jaar, zodat het veen dateert uit 1610 ± 80 v. Chr.. Zoals nader zal worden aangetoond achten wij het uitermate onwaarschijnlijk, dat deze kleilaag kan worden gecorreleerd met de Westfriese afzettingen I. Hoewel ten aanzien van dit punt enige onzekerheid bestaat, menen wij dat de kleilaag in ouderdom overeenkomt met de Westfriese afzettingen II, dus met de Cardiumklei.

Ook over de geologische gesteldheid van de Kop van Noordholland is door DU BURCK gepubliceerd. In zijn artikel over het Koegras en de Anna Paulownapolder (1958) komt deze auteur tot de conclusie, dat de onder het veen aanwezige 'oudere zeeklei' niet tot de 'oude zeeklei' kan worden gerekend, omdat het bovenste gedeelte van deze 'oudere klei', blijkens palynologisch onderzoek, uit het Subboreaals zou dateren, terwijl ook de hoge ligging (volgens DU BURCK op ca. 2.0-3.5 m — N.A.P.) tegen een correlatie met de 'oude zeeklei' zou pleiten. DU BURCK rekende de 'oudere klei' onder het veen tot een randafzetting van de Westfriese zeeklei, zoals reeds in deel I (pag. 136) werd beschreven.

In een later artikel (DU BURCK, i.v.) vermeldt deze auteur twee ^{14}C -bepalingen van een profiel in de Anna Paulownapolder. De zogenaamde oudere klei correleert hij op grond van de ^{14}C -bepalingen nu met de Wieringermeerklei uit het profiel Hauwert in plaats van met de Westfriese zeeklei zoals in de publikatie van 1958. De veenlaag onder deze 'oudere klei' is volgens de ^{14}C -bepaling 4605 ± 85 jaar oud, die op de klei 3865 ± 85 jaar, zodat deze klei dateert uit de tijd tussen 2645 ± 85 en 1905 ± 85 v. Chr.. Zoals nader zal worden aangetoond menen wij, dat de door DU BURCK uit de Anna Paulownapolder beschreven 'oudere klei' moet worden beschouwd als behorend tot de Westfriese afzettingen I.

In een rapport over de bodemgesteldheid van het Balgzand besprak WIGGERS (1952) zeer beknopt het voorkomen van een 'oudere klei' welke volgens de gangbare opvatting tot de 'oude zeeklei' zou moeten worden gerekend. Opvallend was echter de relatief hoge ligging van deze afzetting, namelijk gemiddeld op 2.2 m — N.A.P.. Zoals uit figuur 24 blijkt wordt deze klei door ons thans tot de Westfriese afzettingen I gerekend.

Uitgaande van de veronderstelling, dat de Westfriese afzettingen I zijn gevormd tussen ongeveer 2100 en 1900 v. Chr. is het opmerkelijk, dat in de tunnelput te Velsen afzettingen zijn aangetroffen die blijken een ^{14}C -bepaling dateren uit de tijd omstreeks 2010 ± 150 v. Chr. (VAN STRAATEN, 1957). In de *older tidal flat series* (VAN STRAATEN, 1957) of Velsen II-afzettingen (BENNEMA and PONS, 1957c) werden exemplaren van *Scrobicularia plana* in levensstand verzameld op een diepte van 6.4 m — N.A.P.. De ouderdom van deze schelpen bedroeg 3970 ± 150 jaar. Het is dus niet onwaarschijnlijk, dat tijdens de vorming van de Westfriese afzettingen I in het noordelijke deel van Noordholland ook in de omgeving van Velsen sedimentatie plaatsvond.

Hoewel eigen waarnemingen of ^{14}C -bepalingen nog niet werden verricht, menen wij toch te moeten wijzen op de mogelijkheid, dat de door HAANS (1954) beschreven Beinsdorp-afzettingen in de Haarlemmermeer moeten worden gecorreleerd met de Westfriese afzettingen I. HAANS beschreef uitvoerig hoe in de Haarlemmermeer op de oude zeeklei en daarvan gescheiden door een veenlaag, sedimenten voorkomen die in aard geheel afwijken van de oude-zeekleiafzettingen en de Hoofddorp-afzettingen.

Naar de ouderdom van de oude-zeekleiafzettingen in en rondom de Haarlemmermeer wordt thans door ons, in samenwerking met het Fysisch-Geografisch Laboratorium van de Gemeentelijke Universiteit van Amsterdam, een onderzoek ingesteld.

De verbreiding, hoogteligging en dikte van de afzettingen.

De verbreiding van de Westfriese afzettingen I is in het noordelijke deel van Noordholland en het aangrenzende deel van het IJsselmeer slechts globaal bekend. In figuur 24 is een poging gedaan om aan te geven hetgeen bekend is van het voorkomen van deze afzettingen.

Op het Balgzand, tussen Den Helder en Wieringen, komen de afzettingen voor, overdekt door jongere sedimenten. Dit geldt eveneens voor de Anna Paulownapolder, doch even ten oosten van de plaats waar door DU BURCK het ^{14}C -monster is verzameld komen de Westfriese afzettingen I op zeer geringe diepte voor. DU BURCK (i.v.) deelt mede, dat in het oostelijke deel van de Anna Paulownapolder de 'oudere klei' op minder dan 1 m diepte wordt aangetroffen.

In het westelijke en zuidwestelijke deel van de Wieringermeer liggen de Westfriese afzettingen I over een groot gebied aan de oppervlakte, doch de sedimenten zijn plaatselijk sterk geërodeerd na het binnendringen van de zee in de Middeleeuwen. De oostelijke grens door de Wieringermeer is slechts globaal bekend; voor het trekken ervan is gebruik gemaakt van de beschrijving van de bodemgesteldheid van de polder door ZUUR (1936), terwijl ook luchtfoto's enige steun boden. In het westelijke en zuidwestelijke deel komen namelijk twee elkaar kruisende systemen van krekken voor (fig. 26).

In het gebied tussen Schagen, Kolhorn en Hoogwoud zijn de Westfriese afzettingen I bij de vorming van de Westfriese afzettingen II geheel opgeruimd. Dit is ook het geval in de meer oostelijk gelegen geulen, ontstaan tijdens de sedimentatie van de Westfriese afzettingen II (Dl I, fig. 1). In het oostelijke deel van Westfriesland liggen de Westfriese afzettingen I onder een deklaag van de Westfriese afzettingen II. Slechts in de omgeving van Oostwoud, in het Lutjebroekerwiel en nabij Hoorn treden de Westfriese

afzettingen I aan de oppervlakte¹. In het IJsselmeer komen vermoedelijk de Westfrieze afzettingen I wel voor, doch daar heeft een zodanige erosie en omwerking van de afzettingen plaatsgevonden, dat de onderscheiding tussen de Westfrieze afzettingen I en II niet meer mogelijk is. In het Amsteldiep, tussen het Balgzand en Wieringen, zijn de Westfrieze afzettingen I eveneens in een smalle zone opgeruimd.

Ook omtrent de hoogteligging van de bovenzijde van de Westfrieze afzettingen I zijn slechts weinig gegevens bekend. Op het Balgzand bedraagt de gemiddelde hoogteligging 2.2 m — N.A.P. (WIGGERS, 1952). Langs de westelijke rand van de Wieringermeer reiken de Westfrieze afzettingen tot 2.0 à 2.5 m — N.A.P. (ZUUR, 1936). Ook in de Anna Paulownapolder wordt plaatselijk een dergelijke hoogteligging aangetroffen, namelijk wanneer men te doen heeft met tot op grote diepte zandige afzettingen. In het oostelijke deel van Westfriesland ligt de bovenzijde van de Westfrieze afzettingen I thans veelal lager. Zo bedraagt de hoogteligging van de bovenzijde van deze sedimenten in het profiel Hauwert-Zwaagdijk (DI I, fig. 16) ongeveer 3.5 m — N.A.P.. In het Lutjebroekerwiel reikt de klei tot ongeveer 3.0 m — N.A.P., terwijl in de omgeving van Hoogkarspel de bovenzijde van de daar zeer zandig ontwikkelde Westfrieze afzettingen I werd aangetroffen op een diepte van ongeveer 3.1 m — N.A.P..

Daar, waar de afzettingen aan de oppervlakte treden, zoals in de omgeving van Oostwoud, vertonen ze een uitgesproken inversierelief (DI I, fig. 1). Het huidige verschil in hoogteligging tussen de zandige ruggen en de kleirijke kommen bedraagt ongeveer 1 m. Na enige correctie voor diverse veranderingen in de hoogteligging, welke op pag. 16 nader worden behandeld, kan de bovenzijde van de ruggen van de Westfrieze afzettingen I nabij Oostwoud worden gesteld op 1.7 à 1.8 m — N.A.P..

De dikte van de Westfrieze afzettingen I valt veelal moeilijk aan te geven. Deze varieert namelijk door de wijze van sedimentatie van plek tot plek zeer sterk (DI I, fig. 1). Afgezien van de geulen, bedraagt de dikte in het midden van Westfriesland veelal 1—2 m; in het profiel Hauwert-Zwaagdijk is de laag 1.6 m dik, in het Lutjebroekerwiel ongeveer 2 m (DU BURCK, ENTE en PONS, 1956) en voorts in het oosten van Westfriesland ook veelal ongeveer 2 m. In de Wieringermeer is de oorspronkelijke dikte niet meer vast te stellen, daar de zee sterk abraderend heeft gewerkt.

De ligging van het zeegat.

Hoewel omtrent de verbreiding van de Westfrieze afzettingen I in het noorden van Noordholland nog slechts betrekkelijk weinig bekend is, nemen wij aan, dat de inbraken, die de afzettingen hebben doen ontstaan, vanuit het noorden, dus tussen Texel en Wieringen door, hebben plaatsgevonden. Ter plaatse van de diepe geulen, gevuld met zandige afzettingen, is het pleistocene oppervlak geërodeerd. In fig. 1 (PONS en WIGGERS, 1958) is aangegeven hoe in een strook, lopende vanaf de Balgzanddijk via de Anna Paulownapolder, de Wieringerwaard, de Groetpolder, langs de zuidrand van de Wieringermeer tot aan Twisk, de pleistocene oppervlakte en het daarop gelegen Veen-op-grotere-diepte door erosie zijn aangetast.

Wij menen, dat de westelijke begrenzing van de Wieringermeerpolder juist ligt ter plaatse van goed ontwikkelde Westfrieze afzettingen I in overwegend zandige facies. Helaas is over de aard van de ondergrond in het gebied van de Anna Paulownapolder en omgeving nog te weinig bekend om deze veronderstelling nader te kunnen toetsen. Evenmin is bekend, in hoeverre de Wieringermeer-afzettingen ter plaatse zijn geërodeerd. In figuur 17 (DI I) zijn deze afzettingen door ons, bij gebrek aan gegevens, als niet geërodeerd aangegeven.

De facies van de afzettingen.

Zoals reeds is opgemerkt, vertonen de Westfrieze afzettingen I vooral in het oostelijke deel van Westfriesland, een eenvoudig en regelmatig patroon van zavelige of zandige ruggen temidden van kleirijke kommen, zulks in tegenstelling tot het over het algemeen grillige patroon van de ruggen van de Westfrieze afzettingen II. De wijze van sedimentatie van de Westfrieze afzettingen I gelijkt overigens zozeer op die van de Westfrieze afzettingen II, dat verwezen moge worden naar pag. 24, waar over de facies van de Westfrieze afzettingen II wordt gesproken.

¹ In het profiel (DI I, fig. 1) zijn nabij Hoorn de Westfrieze afzettingen II ten onrechte getekend als liggend aan de oppervlakte; een nader ingesteld onderzoek heeft namelijk aangetoond dat hier over een klein gebied de Westfrieze afzettingen I tot aan de oppervlakte reiken.

De ouderdom van de afzettingen en de bewoning.

Zoals reeds in de inleiding tot dit hoofdstuk is opgemerkt, dateren de Westfriesse afzettingen I uit het Subboreaale en wel uit de periode tussen ongeveer 2100 en 1900 v. Chr..

De ouderdom van de afzettingen is op enkele plaatsen vastgesteld. In de eerste plaats in het profiel te Hauwert-Zwaagdijk, waar de veenlaag onder de Westfriesse afzettingen I dateerde uit 2140 ± 120 v. Chr. en de veenlaag op deze sedimenten uit 1800 ± 120 v. Chr. (GRO 610 en 609).

In de tweede plaats heeft DU BURCK (i.v.) in de Anna Paulownapolder aangetoond, dat het onderste gedeelte van de veenlaag op de laag zware klei van ca 125 cm dikte, dateert uit 1905 ± 85 v. Chr., terwijl de basis van de onder de klei aanwezige veenlaag 4605 ± 85 jaar oud is, dus dateert uit 2645 ± 85 v. Chr.. De ouderdom van deze onderste veenlaag verschilt aanzienlijk van die uit het profiel te Hauwert-Zwaagdijk, hoewel volgens de door ons gegeven kaarten in beide gevallen sprake is van Wieringermeer-afzettingen onder deze veenlaag. Een nadere verklaring hiervan valt thans niet te geven, temeer niet daar in het profiel van Burgervlotbrug, eveneens gepubliceerd door DU BURCK (1959), de ouderdom van de veenlaag op de onzes inziens even oude kleilaag 4150 ± 80 jaar bedraagt, zodat de basis van de veenlaag op de Wieringermeer-afzettingen aldaar dateert uit 2190 ± 80 v. Chr..

Archeologische gegevens geven ook enige steun aan de ouderdomsbepaling van het einde van de sedimentatie van de Westfriesse afzettingen I. In Oostwoud zijn door VAN GIFFEN indertijd klokbecherscherven gevonden aan de basis van een grafheuvel. Volgens DE LAET en GLASBERGEN (1959) verschenen omstreeks 2000 v. Chr. de eerste klokbekeerelementen in Noordwest-Europa. De scherven van Oostwoud kunnen volgens mondelinge mededeling van GLASBERGEN zeer goed omstreeks 1900 à 1850 v. Chr. worden geplaatst, hetgeen wel in overeenstemming is met de door ons gegeven datering van het einde van de sedimentatie van de Westfriesse afzettingen I. Ook de door BRAAT (1932, 1947) beschreven touwbeker (klokbeke) uit het zuiden van de Wieringermeer is gevonden in het verbreidingsgebied van de Westfriesse afzettingen I.

In het voorgaande werd reeds medegedeeld, dat in de tunnelput te Velsen exemplaren van *Scrobicularia plana* zijn verzameld, die een ouderdom van 3970 ± 150 jaar bleken te bezitten (VAN STRAATEN, 1957). De betreffende wadafzettingen werden dus gevormd omstreeks 2000 v. Chr., hetgeen dus de tijd is waarin in het noorden van Noord-holland de Westfriesse afzettingen I tot ontwikkeling kwamen.

DE WESTFRIESE AFZETTINGEN II

Inleiding.

In het voorgaande werd reeds opgemerkt, dat de datering van de mariene afzettingen in Westfriesland lange tijd een probleem heeft gevormd. In dat verband werd reeds gewezen op enige oudere literatuur betreffende de ouderdom van deze, in Westfriesland over een groot areaal aan de oppervlakte liggende sedimenten. Op deze plaats wordt volstaan met een beknopte samenvatting van hetgeen hoofdzakelijk in de laatste tijd omtrent voorkomen, vorming en datering van deze afzettingen in Noordholland en het Zuiderzeegebied is gepubliceerd.

Zoals uit figuur 27 blijkt, komen de Westfriesse afzettingen II in Noordholland voor in twee van elkaar gescheiden gebieden, namelijk in Westfriesland en omgeving enerzijds en langs het Oer-IJ, in Waterland en het Vechtgebied anderzijds. Deze beide verbreidingsgebieden worden in het vervolg aangeduid als respectievelijk het eerste en het

tweede verbreidingsgebied. In de Zuiderzee hebben beide gebieden zeer waarschijnlijk met elkaar in verbinding gestaan (pag. 19).

In enkele van de volgende paragrafen zullen diverse aspecten van de Westfriesse afzettingen II voor elk verbreidingsgebied afzonderlijk worden besproken; in andere paragrafen zullen deze afzettingen in beide gebieden echter als één geheel worden behandeld.

Vooraf zij nog opgemerkt dat het, onder andere in het Zuiderzeegebied, niet steeds mogelijk is geweest onderscheid te maken tussen de Westfriesse afzettingen I en II. Zoals reeds is medegedeeld, zijn de betreffende afzettingen in die gevallen op de kaarten aangegeven als behorend tot de Westfriesse afzettingen II. Hierop wordt ter plaatse nader teruggekomen.

Literatuurgegevens omtrent de afzettingen in het eerste verbreidingsgebied.

In 1941 hebben EDELMAN en OOSTING gewezen op het verband, dat er huns inziens moest bestaan tussen het vrijwel geheel ontbreken van veen in de ondergrond van Westfriesland en het eindigen van het oude duinlandschap nabij St. Pancras. Deze auteurs veronderstelden een continue wadtoestand in dit gebied dat niet door strandwallen tegen de zee was beschermd. De jonge zeeklei zou hier direct op de oude zeeklei rusten.

TESCH (1944) gaf op zijn kaart van Nederland bij het begin van onze jaartelling Westfriesland aan als een gebied met slibafzetting op en in het veenland. Ook deze auteur beschouwde de aan de oppervlakte liggende afzettingen dus als jonge zeeklei. Nog in 1947 meende TESCH dat de jonge zeeklei op de Geologische Kaart in Westfriesland post-Romeins moest zijn.

Inmiddels verscheen van de hand van VAN GIFFEN het verslag over het onderzoek van de grafheuvels te Zwaagdijk, waaruit duidelijk bleek dat de grafheuvels, die werden gedateerd tussen 1400 en 1000 v. Chr. en die met hun zool op een diepte van ongeveer 1.7 m — N.A.P. lagen, niet zijn overdekt door, noch zijn ingebed in jongere afzettingen. Ook uit het onderzoek van de grafheuvels bij Grootebroek konden dezelfde conclusies worden getrokken. De ouderdom van de hoofdgraven aldaar werd geschat op 1000 à 750 v. Chr., hetgeen werd bevestigd door een ^{14}C -onderzoek van houtskool uit het primaire graf in tumulus I. De ouderdom van dit monster bedroeg 2925 ± 140 jaar, zodat het dateerde uit 970 ± 140 v. Chr. (VAN GIFFEN, 1953).

BENNEMA (1954) trok uit de beschikbare gegevens de conclusie, dat de klei in Westfriesland is gevormd tussen de Cardiumtransgressie (welke hij nog dateerde omstreeks 1800 v. Chr.) en de IJzertijd. BENNEMA plaatste de sedimentatie van de afzettingen uiteindelijk enige tijd vóór 1000 v. Chr.. Hij nam voorts aan dat er, gezien de zandige ondergrond van de grafheuvels, geen belangrijke inklinking kon zijn opgetreden en dat de lage ligging van de bovenzijde van de afzettingen onder de grafheuvels als primair moest worden beschouwd. Hij concludeerde tot een sedimentatieniveau van 1.25 m — N.A.P. hetgeen neerkomt op een zeestand van ongeveer 2.5 m — N.A.P. tijdens de transgressiefase.

WENSINK (1959) neemt ook aan dat de zool van de grafheuvels niet of nauwelijks is ingeklonken, daar hij, in tegenstelling tot DU BURCK, ENTE en PONS (1956), meent dat de grafheuvels van Grootebroek op de zandkernen van de oorspronkelijke geulen liggen (pag. 15).

DU BURCK en ENTE (1954) gaven een beschrijving van het ruggen- en kommenlandschap van oostelijk Westfriesland gevormd tijdens de jongste fase van de Westfriesse afzettingen. De hoogteligging van de bovenzijde van de sedimenten varieert in dat gebied van 2.5 m — N.A.P. in de kommen, tot ongeveer 0.5 m — N.A.P. op de ruggen. Ter plaatse van de ruggen bestaat het profiel tot op grote diepte uit zeer lichte zavel en zand, in de kommen vindt men klei met in de ondergrond soms zandige klei.

DU BURCK, ENTE en PONS (1956) en PONS en KLOOSTERHUIS (1957) completeerden het beeld van het ruggen- en kommenlandschap, dat in vereenvoudigde vorm door PANNEKOEK (1956) werd overgenomen.

De ouderdom van de Westfriesse afzettingen II was volgens DU BURCK, ENTE en PONS geringer dan die van de Cardiumklei uit de Noordoostpolder, doch PONS (1957) correleerde de Westfriesse afzettingen II terecht met de Cardiumklei.

De Cardiumklei van de Noordoostpolder, achtereenvolgens beschreven door MULLER en VAN RAADSHOOVEN (1947), MIDDELHOEK en WIGGERS (1953) en WIGGERS (1955) wordt in de volgende paragrafen nog nader besproken.

In de literatuur over de Westfriesse afzettingen II in Westfriesland neemt de publikatie van T. EDELMAN (1958) een bijzondere plaats in. Deze auteur meent uit de hoogteligging van de

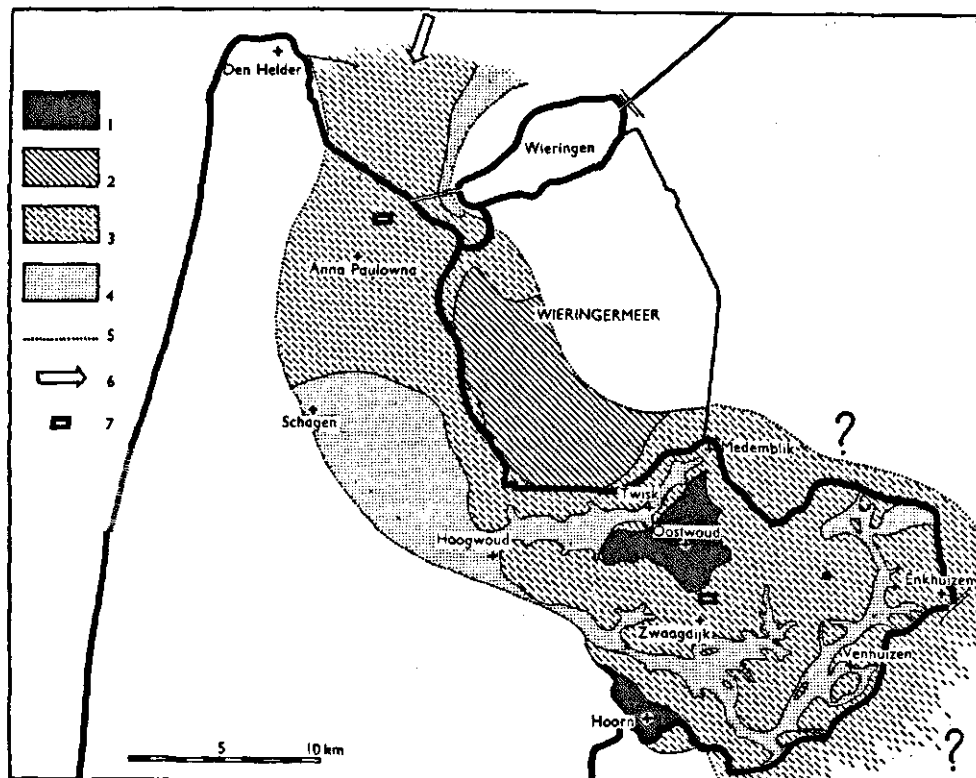


Fig. 24.

De Westfriesse afzettingen I in het noorden van Noordholland.

The Westfriesian I deposits in the northern part of the province of North-Holland

1. Afzettingen niet door jongere overdekt
Deposits not covered by younger sediments
2. Idem, doch gedeeltelijk geërodeerd
Ditto, but partly eroded
3. Afzettingen door jongere overdekt; in het IJsselmeer gedeeltelijk geërodeerd en onvolledig bekend
Deposits covered by younger sediments; in the former Zuyder Sea region partly eroded and only roughly known
4. Afzettingen later geheel geërodeerd
Deposits completely eroded in later periods
5. Begrenzing van de afzettingen onzeker
Boundary only roughly known
6. Herkomstrichting van de afzettingen
Directional origin of the deposits
7. ^{14}C -monster
 ^{14}C -sample

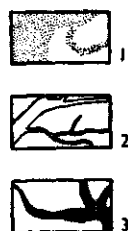
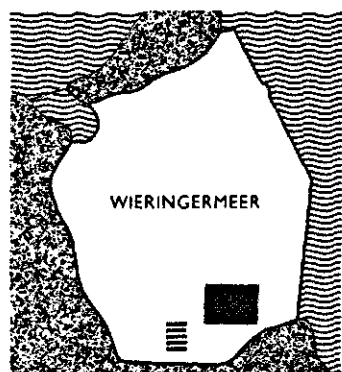
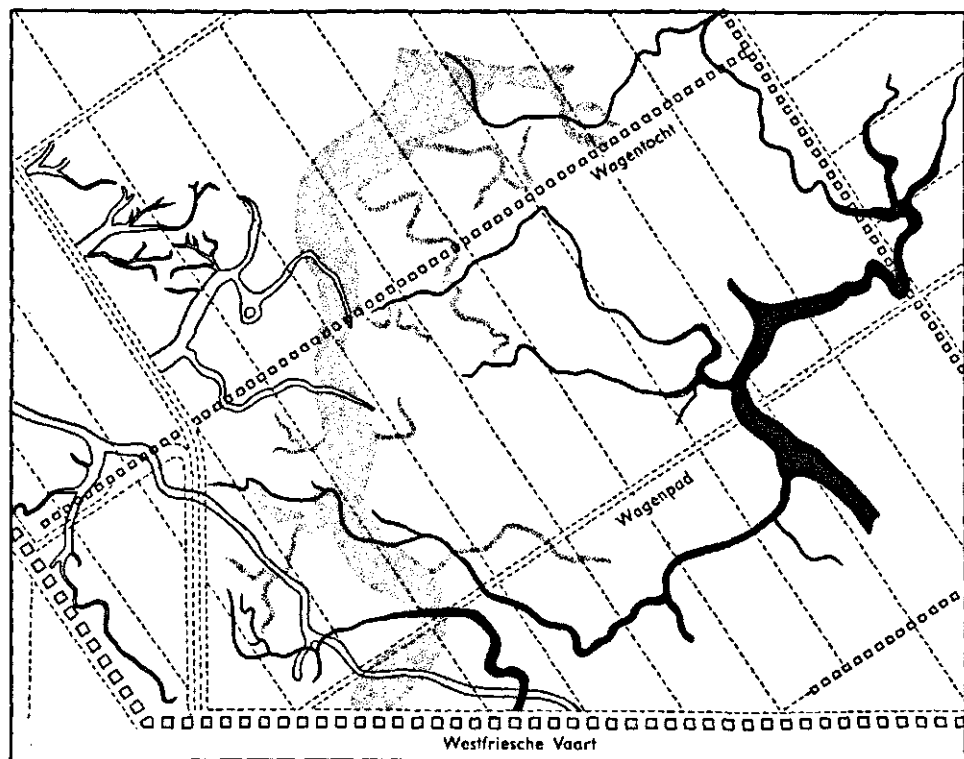
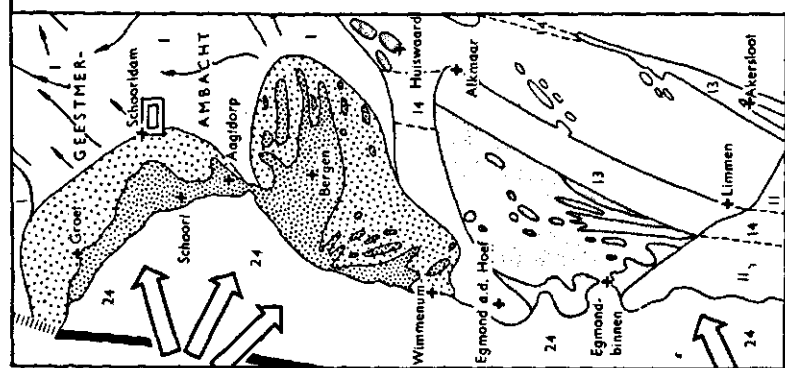
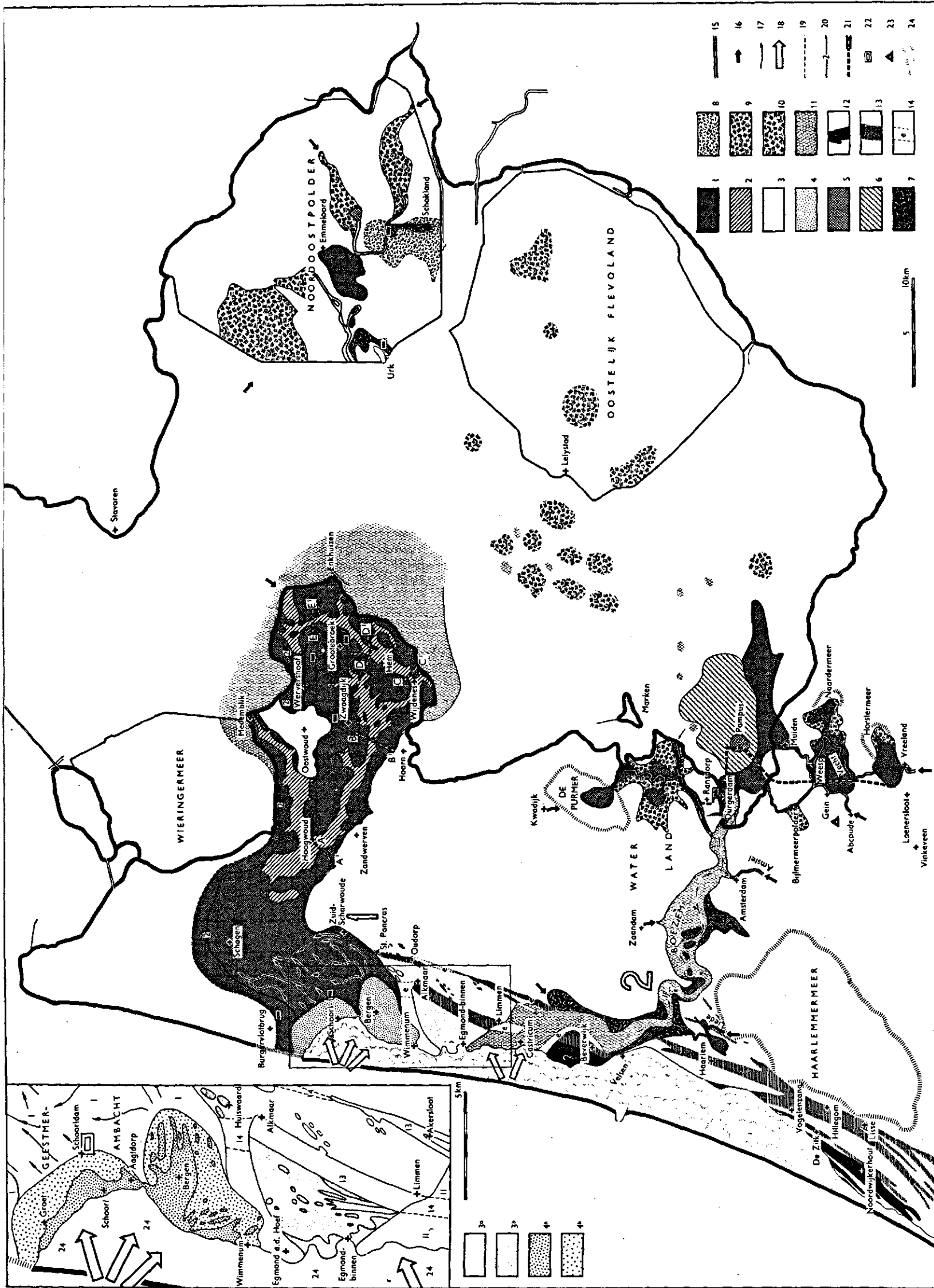


Fig. 26.

Schets van drie elkaar kruisende kreeksystemen in het zuidoosten van de Wieringermeer. Naar een luchtfoto van de Topografische Dienst.

Sketch after an aerial photograph of three inter-crossing creek systems in the southeastern part of the Wieringermeer polder.

1. Kreen van de Wieringermeer-afzettingen
Creeks of the Wieringermeer deposits
2. Kreen van de Westfriese afzettingen I
Creeks of the Westfrisian I deposits
3. Kreen van de Westfriese afzettingen II
Creeks of the Westfrisian II deposits
4. Gebied, weergegeven op de detailkaart
Area shown on detailed map
5. Gebied, weergegeven op de luchtfoto besproken door BURINGH (1948)
Area shown on the aerial photograph, described by BURINGH (1948)



De Westfrieze afzettingen II.
The Westfrisian II deposits.

1. Kalkrijke afzettingen, kleiige facies
Calcareous deposits, clayey facies
2. Kalkrijke afzettingen, zandige facies; voorkomend in inversieruggen in Westfriesland
Calcareous deposits, sandy facies; occuring in inversion ridges in Westfriesland
3. Kalkrijke zandafzettingen nabij Egmond-binnen
Calcareous sand deposits near Egmond-binnen
 - 3a. gelegen boven N.A.P.
situated above A.O.D.
 - 3b. gelegen beneden N.A.P.
situated below A.O.D.
4. Kalkloze, grovere zandafzettingen nabij Bergen en Schoorl
Non-calcareous, coarse-sand deposits near Bergen and Schoorl
 - 4a. aan de oppervlakte voorkomend
cropping out
 - 4b. bedekt door jongere afzettingen
covered by younger sediments
5. Zandafzettingen nabij Pampus en Emmeloord
Sand deposits near Pampus and Emmeloord
6. Zandafzettingen nabij Pampus, secundair verplaatst
Sand deposits near Pampus, shifted in later periods
7. Rietklei
Reed clay
8. Rietklei nog slechts plaatselijk aanwezig
Reed clay still locally present only
9. Afzettingen van bagger en verslagen veen
Deposits of gyttja and peat-deiritus
10. Idem, met schelpen van *Cardium edule*
Ditto, with shells of Cardium edule
11. Diverse afzettingen, later geheel of gedeeltelijk geërodeerd
Various deposits, wholly or partly eroded in later periods
12. Bijbehorende strandwallen
Accompanying beach barriers
13. Oudere strandwallen
Older beach barriers
14. Idem, geërodeerd
Ditto, eroded
15. Smalle geulen waarlangs de afzettingen zich hebben verbreed
Narrow creeks and gullies along which sedimentation has spread
16. Verbindingspunten met rivieren en veenstromen en met andere verbreedingsgebieden van de Westfrieze afzettingen II
Contacts with rivers and rivulets in the peat area and with other depositional areas of the Westfrisian II deposits
17. Voornaamste stroomrichtingen tijdens de sedimentatie
Main directions of sedimentation
18. Ligging van de zeegaten
Location of the channels
19. Begrenzing van de afzettingen slechts globaal bekend
Boundary of the deposits only roughly known
20. Dieptelijn van de bovenzijde van de afzettingen in Westfriesland in m — N.A.P.
Depth of the surface of the deposits in Westfriesland in metres below A.O.D.
21. Ligging van de profielen (fig. 29 en 31)
Location of the cross sections (figs. 29 and 31)
22. Ligging ¹⁴C-profiel van Durgerdam (fig. 35) en van de overige ¹⁴C-bepalingen
Location of the ¹⁴C-profile near Durgerdam (fig. 35) and of the other ¹⁴C-samples
23. Ligging van het profiel van het pollendiagram Abcoude (fig. 34)
Location of the profile of the pollen diagram of Abcoude (fig. 34)
24. Jonge duinen
Young coastal dunes

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

bovenzijde van de sedimenten in de grote zavel- en zandrug van Schagen naar Wijdenes — welke reikt tot 0 à 0.5 m — N.A.P. — te moeten concluderen, dat men bij deze rug te doen heeft met oeverwallen van de rivier de Vidrus, welke zich boven het niveau van de mariene afzettingen, tegelijk met het groeien van het veen in de kommen, zouden hebben gevormd. Er is echter, indien men de betreffende afzettingen kent, geen enkel argument aan te voeren dat zou pleiten voor een verschil in ouderdom of genese tussen de ruggen en de kommen. Beide behoren tot dezelfde mariene afzettingen, namelijk tot de Westfrieze afzettingen II. Op de publikatie van EDELMAN wordt nader ingegaan bij de behandeling van de hoogteligging van de afzettingen en bij de bespreking van de veengroei na de vorming van de Westfrieze afzettingen.

Van de overige publikaties over de afzettingen in het eerste verbreidingsgebied moeten nog worden genoemd die van DU BURCK (Geestmerambacht en Kop van Noordholland) en van DE ROO (Noord-Kennemerland).

DU BURCK (1949, 1957) beschreef uitvoerig de bodemgesteldheid van het Geestmerambacht. De bodem van het Geestmerambacht bestaat in grote lijnen in het zuiden uit een betrekkelijk dunne laag pikklei en in het noorden uit een wat dikkere laag Rekeregorsklei die de oudere afzettingen overdekken. Plaatselijk — zoals in later drooggemaakte meren — is echter het pikkleidek of het gorskleidek door erosie opgeruimd. De oudere afzettingen komen onder de dekken vrijwel ongestoord voor en treden in de drooggemaakte meren aan de oppervlakte.

Ten zuidoosten van de lijn, lopende van Huiswaard via St. Pancras naar Zuid-Scharwoude, vindt men op geringe diepte een strandvlakte, waarvan de bovenkant ligt op ongeveer 2.0 m — N.A.P. en welke herkenbaar is aan het vrij grove zand en het lage lutumgehalte van de afzettingen. Enkele hogere ruggen reiken tot ca 1.0 m — N.A.P.; de nog hogere stroken worden als strandwallen beschouwd. Ten noordwesten en noorden van deze lijn vindt men een gebied waar de ondergrond bestaat uit zandige wadafzettingen, meestal overdekt door een laag kwelderklei. Deze sedimenten worden door DU BURCK aangeduid met de namen oudere kwelder of pre-Romeinse kwelder. Het oppervlak van de kwelder ligt op ongeveer 1.0 à 1.3 m — N.A.P.. DU BURCK neemt aan, dat de kwelder ongeveer even oud is als de afzettingen die in Westfriesland aan de oppervlakte liggen en tot de Cardumafzettingen of tot een nog jongere fase van mariene afzettingen behoort. Op deze oudere kwelder vindt deze auteur, op plaatsen die kleilig zijn ontwikkeld, onder het pikkleidek dunne veenlaagjes en op plaatsen die zavelig zijn ontwikkeld, een vegetatiehorizont. In deze vegetatieband zijn, zoals door DU BURCK (1949) en door BRAAT (1947) reeds werd vermeld, op verschillende plaatsen 'Fries-Bataafse' scherven aangetroffen.

DU BURCK meent, in navolging van EDELMAN en OOSTING (1941), dat er in het grootste deel van het Geestmerambacht een continue wadtoestand heeft geheerst, daar er volgens hem geen aanwijzingen bestaan voor een periode van veenvorming en een latere erosie van dat veen. Wij menen echter, onder andere op grond van het voorkomen van een duidelijke erosierand, van zavelige afzettingen tegen en gedeeltelijk zelfs over het veen — dat nu nog ten zuidoosten van de lijn St. Pancras—Zuid-Scharwoude aanwezig is — en op grond van de vrij scherpe grens volgens de lijn Huiswaard—Zuid-Scharwoude tussen de ten zuidoosten van deze lijn liggende strandvlakte en de ten noordwesten en noorden overal aanwezige oudere kwelder, dat wel degelijk van erosie van een strandwallen- en strandvaktelandschap met daarachter een veenlandschap kan worden gesproken. De kwelderafzettingen hebben zich later ook over de strandvlakte en plaatselijk zelfs over het veen op deze vlakte uitgebreid.

Uit de beschrijvingen van DU BURCK van de aard van de oudere kwelder blijkt, dat men hier met een mariene afzetting te doen heeft die in de ondergrond geheel uit wadzand bestaat. In het algemeen treft men aan de bovenzijde kwelderklei aan van wisselende dikte; veelal bedraagt de dikte echter 0.5 tot 1.0 m. Op verschillende plaatsen, met name in de droogmakerijen, waar de oudere kwelder aan de oppervlakte ligt, kon worden geconstateerd, dat zavelige kreekafzettingen temidden van de zwaardere klei voorkwamen. Vaak zijn de lichte kreekafzettingen ingebed in en afgezet op de kwelderklei. Daar echter nimmer op de grens tussen beide afzettingen vegetatiebanden werden aangetroffen, rekenen wij de bovenbeschreven sedimenten geheel tot de Westfrieze afzettingen II.

DE ROO (1949, 1953) beschreef uitvoerig de bodemgesteldheid van Noord-Kennemerland. Zoals uit het volgende moge blijken sluiten wij ons op veel punten aan bij de door hem gegeven beschouwingen. Belangrijke verschillen in opvatting betreffen onder andere de datering van de doorbraak van de strandwal bij Omval en het veronderstelde verband met de inbraak bij Bergen en voorts de aard van de zandige afzettingen nabij Groet en Schoorl, welke DE ROO als strandwallen beschouwde. Hierop wordt nog nader teruggekeken.

Het voorkomen van de afzettingen in het eerste verbreidingsgebied.

Het voorkomen van de Westfrieze afzettingen II in het eerste verbreidingsgebied is aangegeven in figuur 27. De verbreiding van de sedimenten in Westfriesland en in

Kennemerland is over het algemeen goed bekend. In het midden en oosten van Westfriesland liggen de afzettingen vrijwel steeds aan de oppervlakte; rondom Schagen, in het Geestmerambacht en in Noord-Kennemerland zijn ze grotendeels door dunne lagen jongere sedimenten overdekt.

In het IJsselmeer is de verbreiding van de Westfrieze afzettingen II slechts zeer globaal bekend. Door erosie in de hals van de Zuiderzee zijn de afzettingen geheel of gedeeltelijk opgeruimd, terwijl het veelal niet mogelijk was vast te stellen of het Westfrieze afzettingen II dan wel Westfrieze afzettingen I betrof. In de Noordoostpolder is de verbreiding wederom nauwkeurig vastgesteld, hoewel ook daar rekening moet worden gehouden met de mogelijkheid, dat eertijds de sedimenten over een groter areaal waren verbreid. In het gedeelte van het IJsselmeer ten zuiden van de lijn Hoorn-Kampen, zijn afzettingen behorend tot de Westfrieze afzettingen II, mede door het betrekkelijke ruime net van boringen, slechts plaatselijk aangetroffen. In vele gevallen betrof het baggerafzettingen met schelpen van *Cardium edule*. Naar analogie van hetgeen in de Noordoostpolder is geconstateerd, waar eveneens plaatselijk bagger- of detritus-afzettingen, met vaak twee-kleppige schalen van *Cardium edule*, zijn aangetroffen welke onmiskenbaar tot de Westfrieze afzettingen II behoren, zijn deze bagger-afzettingen in het IJsselmeer tot de Westfrieze afzettingen II gerekend. Aangezien de sedimenten in het IJsselmeer veel meer overeenkomst vertonen met die in het tweede verbreidingsgebied zullen deze afzettingen eerst op pag. 19 nader worden besproken.

Ook in de Wieringermeer zijn de Westfrieze afzettingen II gedeeltelijk geabradeerd (fig. 25).

Wanneer het voorkomen van de Westfrieze afzettingen II thans wat nader in detail wordt besproken, kan allereerst worden opgemerkt dat de noordelijke begrenzing van de sedimenten in vele gevallen slechts globaal bekend is. De door DU BURCK (1959) beschreven kleilaag in het profiel Burgervlotbrug rekenen wij tot een randfacies van de Westfrieze afzettingen II. De noordgrens van de sedimenten tussen Burgervlotbrug en de Wieringermeer is slechts globaal bekend, terwijl de begrenzing in de Wieringermeer zelf is getekend op grond van het door ZUUR (1936) vermelde voorkomen van twee veenlaagjes in de oude zeeklei (fig. 25) en op grond van de drie elkaar kruisende kreesystemen in het zuidwestelijke deel van de Wieringermeer (fig. 26). De begrenzing in het IJsselmeer werd in het bovenstaande reeds besproken.

De zuidgrens van Hoorn tot het Geestmerambacht viel met grote nauwkeurigheid vast te stellen daar hier geen jongere afzettingen aanwezig zijn; de begrenzing is in het terrein vrijwel steeds gemakkelijk aan te geven (PONS en KLOOSTERHUIS, 1957). In het Geestmerambacht ligt de grens eveneens vast, daar deze samenvalt met het voorkomen van veen in de ondergrond. In het voorgaande werd reeds opgemerkt, dat door ons de door DU BURCK (1957) als oudere kwelder aangeduide, kleiige afzettingen in de ondergrond van het Geestmerambacht, tot de Westfrieze afzettingen II worden gerekend.

Uit de gegevens van DE ROO (1949, 1953) is afgeleid, dat de binnendelta-afzettingen van Bergen tot de Westfrieze afzettingen II behoren, terwijl wij hiertoe tevens rekenen de strandwalgronden van Wimmemum tot Groet. Deze strandwalgronden bestaan, evenals de binnendelta van Bergen, uit kalkloos, grover, wit kwartszand. In tegenstelling tot DE ROO menen wij, dat dit geen echte strandwal-, doch binnendelta-afzettingen zijn. Het bovengenoemde grovere, witte zand komt ook voor in de Bergermeerpolder en voorts ook noordelijk, ongeveer tot het Noordhollandskanaal.

De verbreiding in de Noordoostpolder is ongewijzigd overgenomen uit WIGGERS (1955). Voor nadere details moge naar deze publikatie worden verwezen.

In het aldus in het bovenstaande omgrensde gebied komen geheel verschillende sedimenten voor, welke wij alle tot de Westfrieze afzettingen II rekenen en welke in het onderstaande nog nader ter sprake komen.

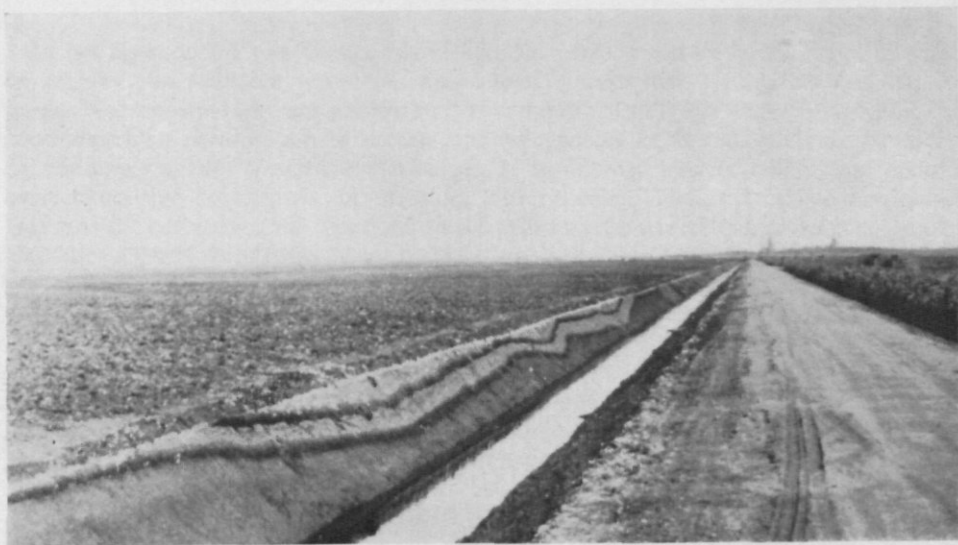


Fig. 25. De scheiding tussen de Wieringermeer-afzettingen, de Westfrieze afzettingen I en de Westfrieze afzettingen II, wordt in het zuidoosten van de Wieringermeer gevormd door twee veenlagen. Foto-archief Directie Wieringermeer (Noordoostpolderwerken).

Two peat layers marking the boundaries between the Wieringermeer deposits, the Westfrisian I deposits and the Westfrisian II deposits in the south-eastern part of the Wieringermeer polder.



Fig. 28. Hoogteverschillen in grasland nabij Benningbroek, veroorzaakt door differentiële inklinking van de Westfrieze afzettingen II.

Undulating topography in grassland near Benningbroek, caused by differential subsidence of the Westfrisian II deposits.

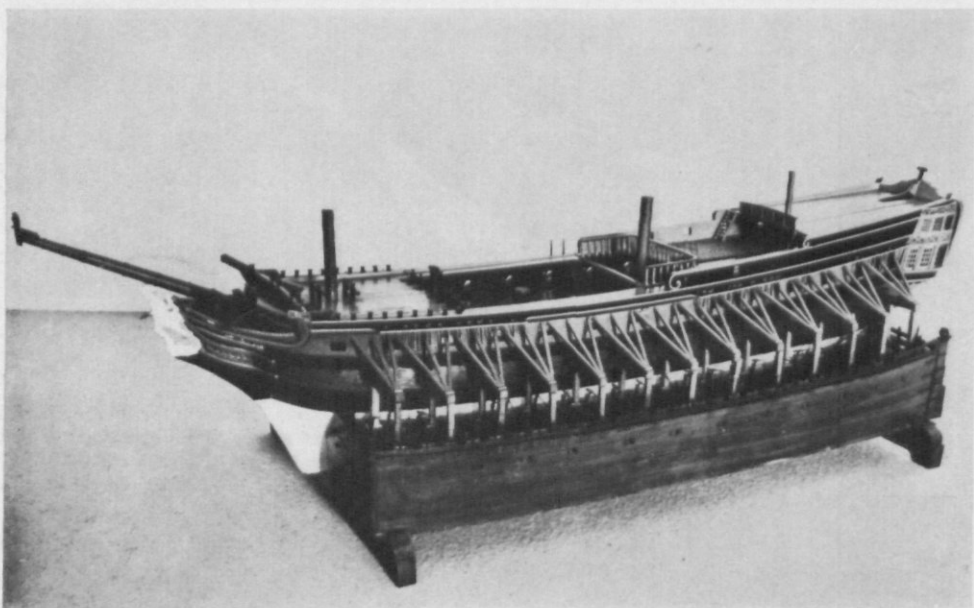


Fig. 32. Model van het oorlogsschip 'Neptunus' op scheepskamelen, 1803. Naar foto van het Maritiem Museum „Prins Hendrik” te Rotterdam.

Model of the warship 'Neptunus', placed on a 'ship's camel' in order to pass a shallow part of the former Zuyder Sea ('Pampus') near Amsterdam; 1803. Photo: Maritiem Museum 'Prins Hendrik'. Rotterdam.

In het noordoosten van Westfriesland lijkt het patroon van de kreekruggen te wijzen op aanvoer van sediment vanuit het noorden of noordoosten. Gezien het feit, dat ook in de Noordoostpolder wel aanleiding is verbinding met een verbreidingsgebied in noordwestelijke richting aan te nemen zijn wij geneigd te veronderstellen, dat tijdens de vorming van de Westfriesse afzettingen II vanuit het westen, ook in het noorden overeenkomstige sedimenten tot afzetting zijn gekomen. Helaas laten de beschikbare gegevens uit het westen van Friesland in dit opzicht geen nadere conclusies toe. De door VROMAN (1952) beschreven Cardiumafzetting in het profiel van de Makkumerwaard kan, zoals ook door VAN ZELST (1955a) is opgemerkt, niet tot de Cardiumafzettingen van de Noordoostpolder worden gerekend.

De hoogteligging van de afzettingen en de inversie in het eerste verbreidingsgebied.

De hoogteligging van de bovenzijde van de afzettingen is in figuur 27 uitsluitend aangegeven in Westfriesland, daar van de andere delen van het gebied te weinig gegevens beschikbaar zijn, terwijl in het IJsselmeer een deel van de bovenzijde van de afzettingen door erosie is verdwenen. De hoogtelijn van 2 m — N.A.P. sluit een hoger gelegen gebied in, dat vrijwel overeenkomt met het hooggelegen kleigebied van Westfriesland en Noord-Kennemerland, en dat vele malen als zodanig is beschreven. De lijn van 2 m — N.A.P. valt langs de noordrand vrijwel samen met de oude Westfriesse zeedijk. Op dit verschijnsel wordt nog nader teruggekomen.

Langs de zuidzijde ligt de bovenzijde van de afzettingen steeds boven 2 m — N.A.P.. In het midden en oosten van Westfriesland komen inversieruggen voor, die eerder door DU BURCK, ENTE en PONS (1956) werden besproken en die op de kaart (fig. 27) zijn aangegeven. De bovenzijde van de ruggen ligt ongeveer 1 à 1.5 m hoger dan het aangrenzende kleigebied (fig. 29). Op grond van de facies van de afzettingen moet men aannemen, dat oorspronkelijk de kleiige afzettingen even hoog en waarschijnlijk zelfs iets hoger hebben gelegen dan de zandige afzettingen ter plaatse van de huidige ruggen. In dit verband is het opvallend dat de grafheuvels vrijwel steeds liggen aan de rand van de nu door inversie hooggelegen zandruggen, zoals ook fraai uitkomt op de door J. A. BAKKER (1959) gepubliceerde kaart. Oorspronkelijk is voor een grafheuvel ongetwijfeld de hoogste plaats uitgezocht.

WENSINK (1959) bestreed bij een onderzoek nabij Grootebroek, op grond van een o.i. te gering aantal boringen en een te globale zwaarte-onderscheiding in de bovenste meters, de opvatting van DU BURCK, ENTE en PONS dat de grafheuvels aan de rand van de met zand gevulde oorspronkelijke geulen zouden liggen. Deze auteur neemt aan dat de grafheuvels midden op een 'gecamoufleerde' zandkern zijn aangelegd. De afstand tussen zijn boringen in de raai AB bedroeg gemiddeld ongeveer 150 m, welke afstand, gezien de breedte van de ruggen, te groot is gekozen. Dit blijkt ook duidelijk uit de hierboven reeds genoemde kaart van ENTE, gepubliceerd door BAKKER, met het verloop van de ruggen nabij Hoogkarspel.

Uit het onderzoek van ENTE (i.v.) in de polder het Grootslag, is gebleken dat de inklinking welke oorzaak is van het huidige verschil in hoogteligging aldaar, voornamelijk moet worden toegeschreven aan de kleiige lagen van de afzetting zelf en veel minder aan veen- of slappe kleilagen onder de afzettingen.

In het algemeen is het patroon van de met zand of zandige klei opgevulde kreen en van de kleiige kommen bij de Westfriesse afzettingen II buitengewoon fijn en grillig. Door de inklinking is hierdoor een zeer onregelmatige hoogteligging ontstaan. Hoogteverschillen van het maaiveld van veelal 1 m binnen één perceel komen op vele plaatsen voor. Fraaie voorbeelden hiervan kan men onder andere aantreffen bij Benningbroek en Oosterblokker (fig. 28).

In het westen van Westfriesland en in het Geestmerambacht is de gehele formatie, met uitzondering van een dunne zavellaag aan de bovenzijde, zeer zandig ontwikkeld. Inversieverschijnselen komen hier vrijwel niet voor, hoewel ze in het Geestmerambacht niet geheel ontbreken. DU BURCK (1957) geeft namelijk aan, dat veenlagen op de Westfrieze afzettingen en onder de pikklei speciaal daar voorkomen, waar de onderliggende afzettingen kleiig zijn ontwikkeld.

In het midden en oosten van Westfriesland zijn op enkele plaatsen nauwkeurige gegevens verzameld over de huidige hoogteligging van het maaiveld in een 5-tal korte dwarsprofielen over de zuidelijke inversierug. De hoogteprofielen zijn in figuur 29 aangegeven. Van het westen naar het oosten neemt de maximale hoogteligging van de ruggen af van ca N.A.P. bij Hoogwoud, via 0.1 m — N.A.P. bij Zwaagdijk, 0.4 m — N.A.P. bij Wijdenes en 0.5 m — N.A.P. bij Hem tot 0.7 m — N.A.P. nabij Grootebroek. Deze tendens van het lager worden van de bovenzijde van deze inversierug naar het oosten blijkt ook uit de globale hoogtekaart van T. EDELMAN (1958). De hoogte van de noordelijke tak van het inversiesysteem blijkt volgens EDELMAN van Hoogwoud (door hem foutief aangegeven vanaf Wadwaai) naar Medemblik eveneens te liggen tussen N.A.P. en 0.5 m — N.A.P..

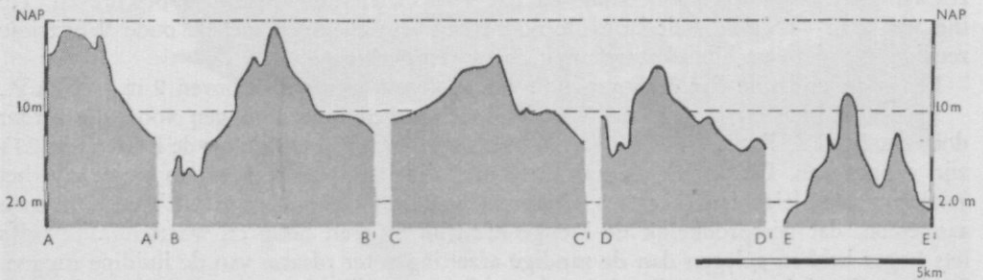


Fig. 29. Hoogteligging van de bovenzijde van de Westfrieze afzettingen II in vijf raaien over een inversierug tussen Hoogwoud en Enkhuizen (zie voor ligging fig. 27).

Depth of the surface of the Westfriesian II deposits in five sections of a sandy inversion ridge between Hoogwoud and Enkhuizen (for location see fig. 27).

De afnemng van de hoogteligging naar het oosten kan niet aan inklinking worden toegeschreven, daar deze op het hoogste gedeelte van de inversierug, waar het profiel geheel uit zand bestaat, niet heeft plaatsgevonden.

Naar onze mening geeft de hoogteligging van het huidige maaiveld op de inversieruggen de oorspronkelijk hoogteligging niet geheel juist aan. De aanwezigheid op deze inversieruggen van de zogenaamde woudgronden (EDELMAN en VAN LIERE, 1949) — diep humeuze, zeer lichte zavelgronden — is onzes inziens onder andere te danken aan ophoging met mineraal materiaal. Deze ophoging kan wellicht op enkele decimeters worden gesteld. Wanneer men nu voor verhoging van het maaiveld door toevoeging van organische stof en door vergroting van het poriënvolume door intensieve biologische activiteit (HOEKSEMA, 1953) nog ongeveer 30 cm rekent, komt men bij deze zandige afzettingen op een oorspronkelijke hoogteligging van ongeveer 50 cm beneden de huidige. De oorspronkelijke hoogteligging op de vijf genoemde plaatsen bedraagt dan respectievelijk 0.6, 0.7, 1.0, 1.1 en 1.2 m — N.A.P..

Hiermede goed in overeenstemming zijn de door DU BURCK (1957) genoemde hoogtecijfers voor de bovenzijde van de oudere kwelder in ongeklonken toestand van 0.7 à 1.0 m — N.A.P.. Het is bovendien zeer goed mogelijk dat in het Geestmerambacht bij de afzetting van de pikklei en de Rekere-afzettingen juist van de hoogstgelegen zandige

afzettingen een dunne laag is geabradeerd. Deze gedachte vindt steun in het door DE ROO vermelde verschijnsel van pikkleilagen ten noorden van Schoorl waarin zandlenzen voorkomen van het opvallende witte, kalkloze kwartsand waaruit in die omgeving de Westfriese afzettingen II bestaan. Bij de vorming van de pikklei is blijkbaar plaatselijk toch zandig materiaal van de oudere afzettingen opgenomen. Wij nemen derhalve aan dat de hoogste gedeelten van de oudere kwelder in het Geestmerambacht wel tot ongeveer 0.5 m — N.A.P. hebben gereikt.

Uit de gegevens van DE ROO (1953) is af te leiden, dat langs het Noordhollandskanaal in Noord-Kennemerland de bovenzijde van de wadafzettingen onder de pikklei en gorsklei in het algemeen op ongeveer 1.0 m — N.A.P. ligt. In dit gebied komen vrij veel hogere ruggen voor, terwijl het kalkloze, grove kwartsand naar het westen op een hoger niveau ligt. In figuur 27 (detailkaart) zijn de grovere, kalkloze zandafzettingen bij Schoorl, Bergen en Wimmenum met twee arceringen getekend, aangevende of deze zanden wel of niet door andere afzettingen zijn overdekt. In het algemeen ligt de bovenzijde van de niet afgedekte zanden boven N.A.P..

Uit deze gegevens blijkt wel duidelijk een afnemning van de hoogteligging van goed gefundeerde zandafzettingen in oostelijke richting. Deze afnemning bedraagt van west naar oost over een afstand van ongeveer 40 km iets minder dan 1 m.

Ook de bovenzijde van de kleiige afzettingen komt naar het oosten steeds lager te liggen. Dit is ten dele een gevolg van de inklinking welke, naarmate men verder naar het oosten gaat, door de meer kleiige ontwikkeling van het sediment een grotere rol gaat spelen. In het Geestmerambacht ligt na de inklinking de bovenzijde van de kleiige afzettingen op ongeveer 1.3 m — N.A.P.. Wanneer men in het midden en oosten van Westfriesland de invloed van opbaggeren en bodemvorming, die op de kleiige profielen een verhoging van het maaiveld van 20 à 40 cm heeft veroorzaakt, buiten beschouwing laat, ligt de bovenzijde van de kleiige afzettingen op de in het voorgaande genoemde vijf plaatsen respectievelijk op 1.5, 1.8, 1.7, 1.8 en 2.0 m — N.A.P.. Ook uit de hoogtegegevens van EDELMAN blijkt ongeveer hetzelfde. Ten noorden van Grootebroek bedraagt de hoogteligging 2.5 à 2.7 m — N.A.P., terwijl op deze plaats nog fysisch niet-gerijpte ondergronden voorkomen, hetgeen betekent dat de inklinking nog niet volledig is uitgewerkt. Het verschil in hoogteligging tussen de kleiige afzettingen in het westen en die in het oosten bedraagt over een afstand van ongeveer 40 km ca 1.3 m, waarvan ca 0.8 m op rekening van een lager sedimentatieniveau en 0.5 m op een grotere inklinking in het oosten mag worden gesteld.

De oorspronkelijke diepteligging van de sedimenten in het IJsselmeer is ten gevolge van erosie niet vast te stellen, terwijl de diepteligging van de afzettingen in de Noord-oostpolder in dit opzicht buiten beschouwing kan blijven, aangezien de facies van de afzettingen aldaar geheel afwijkt van die in Westfriesland. De oorspronkelijke hoogteligging van een eutrofe rietveenband, welke lateraal samenhangt met de Westfriese afzettingen II, werd door WIGGERS (1955) gesteld op 2.5 à 3.0 m — N.A.P..

De dikte van de afzettingen, het voorkomen van zand en de erosie van het Pleistoceen in het eerste verbreidingsgebied.

Voor al in Kennemerland, in het Geestmerambacht en in het midden van Westfriesland zijn de Westfriese afzettingen II zandig ontwikkeld. In dit gebied heeft door de grote stroomsnelheden een uitgebreide en tot grote diepte voortgeschreden erosie van de oudere afzettingen plaatsgevonden. In Kennemerland, in het Geestmerambacht en rondom Schagen zijn, binnen het gebied waar de bovenzijde van de Westfriese afzettingen hoger ligt dan 2 m — N.A.P., geen oudere afzettingen meer aangetroffen (DE ROO, 1953; DU BURCK, 1957). Ook ter plaatse van de grote inversieruggen in het meer oostelijke deel van Westfriesland is dit het geval.

Voor zover de pleistocene oppervlakte nog niet tijdens vroegere transgressies was aangetast heeft

zulks in het bovengenoemde gebied ter plaatse van de ruggen plaatsgevonden bij de sedimentatie van de Westfriese afzettingen II (PONS en WIGGERS, 1958). Uit het profiel (DI I, fig. 1) blijkt duidelijk, dat de geulen ter plaatse van de huidige inversieruggen een grote diepte vertoonden en dat in de zuidelijke geul nabij Hoorn de oudere afzettingen en het Pleistoceen tot een diepte van minstens 20 m — N.A.P. zijn geërodeerd.

Behalve onder de ruggen komt in het eerste verbreidingsgebied aan de onderzijde van de sedimenten veelal een veenlaagje of een vegetatieband voor, zodat de dikte van de afzettingen kan worden vastgesteld (fig. 25). Zoals uit het gepubliceerde profiel blijkt, bedraagt de dikte van de sedimenten veelal 1 à 2 m. Ook de door DU BURCK (1955, 1957, 1958, 1959), DU BURCK en ENTE (1954), ENTE (i.v.), ZUUR (1936), PONS en KLOOSTERHUIS (1957) en PONS (1957) vermelde gegevens zijn met het bovenstaande in goede overeenstemming.

Literatuurgegevens omtrent de afzettingen in het tweede verbreidingsgebied.

De Westfriese afzettingen II in het tweede verbreidingsgebied, gelegen ten zuiden van Egmond-Alkmaar, zijn door verschillende auteurs, zij het onder andere benamingen, beschreven (BENNEMA en DE VISSER, 1952; VAN DER MEER, 1952; GÜRAY, 1952; DE ROO, 1953; BENNEMA, 1954; ZWILLENBERG und HENDRIKS, 1954; BENNEMA and PONS, 1957c).

In het onderstaande zullen de voor deze publikatie belangrijkste gegevens en opvattingen in het kort worden besproken.

GÜRAY (1952) beschreef in zijn publikatie over de bodemgesteldheid van de IJ-polders de vorming van oeverbanken en brakwaterklei langs het Oer-IJ. Hij vermoedde dat het Oer-IJ reeds ten tijde van de sedimentatie van de oude zeelei als een wadkreek bestond, hoewel hij rekening hield met de mogelijkheid dat het Oer-IJ eerst is ontstaan tijdens de eerste duindoornbraak van Castricum, welke DE ROO enige eeuwen vóór Chr. dateerde. Na de afzetting van de oude zeelei vormde zich in het gehele gebied veen, waarop in een volgende fase de oeverbanken en de brakwaterklei vanuit het Oer-IJ werden afgezet. GÜRAY achtte het niet onwaarschijnlijk dat het Oer-IJ nabij Amsterdam in verbinding heeft gestaan met een van de noordelijke takken van het Rijnsysteem.

De hoogteligging van de oeverbanken neemt van west naar oost af van ongeveer 1 à 1.5 tot 2 à 2.5 m — N.A.P.. Volgens GÜRAY bleef het Oer-IJ gedurende enige tijd als open water bestaan, terwijl de geul werd opgevuld met veenslik. Bij latere inbraken werd de inmiddels grotendeels opgevulde geul verwijld, waarbij tevens een gedeelte van de oeverbanken werd opgeruimd.

BENNEMA heeft in enkele publikaties de veenontwikkeling in het door ons beschouwde gebied beschreven. In 1949 wees hij op een belangrijke brakke invloed op de veenontwikkeling vanaf Beverwijk langs het voormalige IJ. In 1952 beschreef hij met DE VISSER de bodemgesteldheid van een gebied ten oosten van Haarlem. In twee voormalige meertjes, welke via smalle stroombeddingen in verbinding stonden met het Spaarne en het Oer-IJ, werden zavelige en baggerachtige afzettingen aangetroffen. Een rietkleiband in het veen op de oude zeelei kon worden gecorreleerd met deze afzettingen, evenals met de rietkleiband achter de oeverbanken langs het Oer-IJ.

BENNEMA (1954) gaf ook een beschrijving van overeenkomstige verschijnselen in de Vechtstreek. Hij constateerde in Gaasp en Gein en nabij Vinkeveen het verdrinken van oligotroof veen, waarna de veenvorming voortging met de groei van rietveen of bosveen. BENNEMA legde verband tussen de verdrinkingsverschijnselen in het veen in de Vechtstreek, nabij Haarlem, langs het Oer-IJ en in Waterland. Volgens hem kon deze verdrinking van het oligotrofe veen worden gecorreleerd met die, welke in de Noordoostpolder was geconstateerd bij de vorming van de Cardiumklei.

VAN ZINDEREN BAKKER (1942) meende dat de zavel- en kleiafzettingen in het Naardermeer van fluviatiele oorsprong zijn. Zoals nader zal blijken rekenen wij deze sedimenten tot de Westfriese afzettingen II.

ZWILLENBERG en HENDRIKS (1954) verrichtten een onderzoek in Waterland en constateerden de aanwezigheid van zavel-, bagger- en verslagen veenafzettingen nabij Zuiderwoude. De betreffende sedimenten lagen onmiskenbaar boven de oude zeelei, terwijl de bovenzijde reikte tot 2.5 à 3.0 m — N.A.P.. Op grond van palynologische gegevens correleerden deze auteurs de sedimenten met de Cardiumklei uit de Noordoostpolder.

De Cardiumtransgressie werd door BENNEMA, o.a. op grond van archeologische overwegingen, gedateerd op omstreeks 1800 v. Chr.. Zoals nog nader zal blijken is deze datering niet geheel juist. BENNEMA and PONS (1957c) sloten zich in hun bijdrage over de tunnelput te Velsen nog bij deze datering van BENNEMA aan en rekenden de rietkleiband, voorkomende in het veen boven de oude zeelei, tot de Cardiumafzettingen van $\pm$ 1800 v. Chr.. Ook de door VAN STRAATEN (1957) beschreven *older tidal flat series* rekenden zij hier toe. De genoemde auteurs namen aan, dat het zeegat waarbij deze afzettingen behoren, nabij Castricum lag. In het voorgaande is reeds uiteengezet, dat het onderste gedeelte van de *older tidal flat series* op grond van het ^{14}C -onderzoek wellicht tot de Westfriese afzettingen I moet worden gerekend. Het bovenste gedeelte kan echter zeer goed tot de

Westfriese afzettingen II behoren, waartoe wij alle in het bovenstaande als Cardiumafzettingen beschreven sedimenten willen rekenen (fig. 27).

BENNEMA (1954) wijdde veel aandacht aan de ouderdom van de strandwallen en de hoogteligging van de strandvlakten, welke reeds door VAN DER MEER (1925) waren beschreven. Daar door ons geen nader onderzoek is ingesteld naar de ouderdom van de strandwallen ten zuiden van het Noordzeekanaal, zal op de door BENNEMA gegeven datering niet worden ingegaan. Slechts zij vermeld, dat BENNEMA de strandwal van Vogelenzang-Hillegom-Lisse als jonger dan de Beinsdorpafzettingen beschouwde en deze bij benadering dateerde op omstreeks 2100 v. Chr.. De strandwal van Noordwijkerhout werd door hem gecorreleerd met de Cardiumtransgressie (± 1800 v. Chr.). In figuur 27 is door ons deze strandwal van Noordwijkerhout eveneens tot de Westfriese afzettingen II gerekend. Vlak ten oosten van deze wal ligt een door VAN DER MEER (1952) en BENNEMA (1954) in hun figuren slechts ten dele aangegeven strandwal, die wij, mede op grond van figuur 47 uit PANNEKOEK (1956), tot het complex Vogelenzang-Hillegom-Lisse rekenen.

Door PONS en KLOOSTERHUIS (1955) werd in de Purmer een complex afzettingen aangetroffen, in het centrum bestaande uit zand (dikte ca 1.5 m) en via gelaagde zavelafzettingen overgaande in baggerachtige klei, gelegen op bagger en verslagen veen. Op grond van de overeenkomst in materiaal en ligging met de Cardiumafzettingen in Waterland werden deze sedimenten in de Purmer door de auteurs tot de Cardiumafzettingen gerekend.

Tenslotte mogen in het kort de opvattingen van DE ROO (1949, 1953) worden vermeld, voor zover deze betrekking hebben op de Westfriese afzettingen II in het tweede verbreidingsgebied.

DE ROO nam aan, dat het door GÜRAY beschreven Oer-IJ ten zuiden van Beverwijk met de Noordzee in verbinding stond. Het is echter aan BENNEMA and PONS (1957c) gebleken, dat deze opvatting onjuist is; het Oer-IJ passeerde nabij Castricum de kustlijn. DE ROO vermoedde, evenals GÜRAY, dat het zeegat vrij plotseling moet zijn gesloten, daar het Oer-IJ als een open kreek in het veenland bleef bestaan. Deze opvatting is door BENNEMA and PONS overgenomen en door het recente onderzoek bevestigd.

DE ROO beschreef achtereenvolgens de doorbraak van de strandwalkust onder Bergen, de zee-inbraken in de westelijke strandvlakte en de doorbraak van de strandwalkust onder Castricum. De doorbraak nabij Bergen is reeds besproken bij de behandeling van de sedimenten in het eerste verbreidingsgebied. De zee-inbraken in de westelijke strandvlakte (ten westen van de strandwal Limmen-Alkmaar) vonden plaats tussen Bergen en Noord-Bakkum. Als eerste grote inbraak beschrijft DE ROO de doorbraak onder Egmond-binnen, die een zandige binnendelta opwierp. Na een overstroming van de strandwal Limmen-Alkmaar ontstonden tegen deze strandwal enige kleinere secundaire strandwalformaties, waartoe het strandwallenlandschap in de Vennewaterspolder behoort. Deze binnendelta beperkte volgens DE ROO de invloed van de verdere zee-inbraken onder Castricum in noordelijke richting. De tweede inbraak in de westelijke strandvlakte, namelijk die bij Egmond aan den Hoef, wordt nader besproken bij de behandeling van de pre-Romeinse afzettingen.

Zoals uit figuur 27 volgt, rekenen wij het door DE ROO beschreven strandwallenlandschap in de Vennewaterspolder tot de Westfriese afzettingen II, hoewel het niet uitgesloten is dat ze tot de Westfriese afzettingen I behoren.

De doorbraak bij Castricum vond volgens DE ROO in twee fasen plaats. De eerste doorbraak dateerde hij niet lang voor de Romeinse tijd, de tweede op omstreeks 200 na Chr.. Zoals reeds werd opgemerkt, nemen wij aan dat de eerste doorbraak bij Castricum reeds tijdens de vorming van de Westfriese afzettingen II plaatsvond. Op de erosie en sedimentatie tengevolge van deze doorbraak wordt in het onderstaande nog nader teruggekomen.

Het voorkomen van de afzettingen in het tweede verbreidingsgebied.

Het voorkomen van de Westfriese afzettingen II in het tweede verbreidingsgebied is aangegeven in figuur 27. Uit deze figuur blijkt wel duidelijk, dat de afzettingen ten westen van de strandwal Limmen-Alkmaar (DE ROO, 1953), nabij Beverwijk (BENNEMA and PONS, 1957c), langs het Oer-IJ (GÜRAY, 1952), ten oosten van Haarlem (BENNEMA en DE VISSER, 1952), in Waterland en de Purmer (ZWILLENBERG und HENDRIKS, 1954; BENNEMA, 1954; PONS en KLOOSTERHUIS, 1955), in de Vechtstreek (BENNEMA, 1954) en in het zuidwestelijke deel van het IJsselmeer met elkaar samenhangen. Op grond van de verbreiding van de Westfriese afzettingen II in het IJsselmeer, welke overigens in verhouding tot die in de overige gebieden slechts globaal bekend is, menen wij dat de beide verbreidingsgebieden in het Zuiderzeegebied met elkaar in verbinding staan. Daar de afzettingen in het IJsselmeer qua facies vrijwel steeds grote overeen-

komst vertonen met die in het tweede verbreidingsgebied, zullen deze als één geheel worden besproken. In figuur 27 zijn de afzettingen nabij Egmond-binnen, ten westen van de strandwal Limmen-Alkmaar, beschouwd als behorende tot de Westfrieze afzettingen II in het tweede verbreidingsgebied.

Het algemene beeld van de verbreiding van de Westfrieze afzettingen II in het tweede gebied verschilt aanzienlijk van dat in het eerste; slechts de sedimenten in de Noord-oostpolder, gelegen in het eerste verbreidingsgebied, komen met die van het tweede gebied sterk overeen. Terwijl in het eerste verbreidingsgebied de sedimenten voorkomen in een brede zone, goed ontwikkeld en veelal geheel verland zijn, treft men in het tweede verbreidingsgebied vooral onderwaterafzettingen aan, gesedimenteerd in hetzij reeds aanwezige, hetzij synchroon gevormde meren in het veen. Deze meren waren onderling slechts verbonden door smalle, kronkelende geulen. De hoofdaanvoergeul, het Oer-IJ is, hoewel later door erosie sterk vervormd, vermoedelijk ook een kreek geweest met plaatselijk smalle oeverwallen in het veenlandschap. In figuur 27 is de vermoedelijke oorspronkelijke loop met enkele pijlen aangegeven. Van de gedeeltelijk of grotendeels met Westfrieze afzettingen II opgevulde meren kunnen worden genoemd: twee meertjes nabij Haarlem, het Sloterveer, de Oer-Purmer, een meer rondom Broek in Waterland, een meer rondom Zuiderwoude, het Oer-Naardermeer en het Oer-Horstermeer. De latere meren als de Purmer, het Naardermeer en het Horstermeer moeten als resten van de destijds ontstane en later door afslag van de veenoevers vergrote meren worden gezien. Ook in het Zuiderzeegebied heeft de inbraak via het Oer-IJ een grote invloed op de verdeling van land en water uitgeoefend. Gezien de bijzondere positie die dit gebied inneemt zal hierop in een afzonderlijk hoofdstuk nader worden ingegaan.

Het merkwaardige beeld van de verbreiding van de afzettingen in het tweede verbreidingsgebied is vermoedelijk veroorzaakt door het feit, dat betrekkelijk korte tijd na de inbraak en lang voordat de afzettingen tot maximale hoogte waren opgeslibd, het zeegat werd afgesloten zodat de afzettingen 'onvoltooid' in het landschap achterbleven.

De afbraak van het veenlandschap in Waterland heeft grote vormen kunnen aannemen, zoals blijkt uit de verbreiding van de bagger- en verslagen veenafzettingen (fig. 27 en 30). Nog voordat de minerale afzettingen waren voltooid, was een groot gedeelte van dit gebied echter reeds verland.

In enkele delen van het tweede verbreidingsgebied is de oorspronkelijke begrenzing van de afzettingen niet meer nauwkeurig vast te stellen. Door latere erosie zijn de desbetreffende sedimenten langs het IJ, nabij Beverwijk en ten westen van de strandwal bij Limmen, geheel of grotendeels opgeruimd. Vooral van de noordelijke oeverbanken en de rietklei langs het Oer-IJ is vrijwel niets overgebleven. Na de sluiting van het zeegat bleef ter plaatse van het Oer-IJ open water bestaan van waaruit door de overheersende zuidwestelijke winden vooral de noordelijke veenoever werd aangetast. Ook latere inbraken hebben veel afzettingen langs de noordelijke oever opgeruimd.

In figuur 27 is een aantal pijltjes geplaatst om aan te geven op welke plaatsen de afzettingen in het tweede verbreidingsgebied in contact stonden met veenstroompjes en rivieren. Aan de noordzijde bestond contact met de veenstroompjes die uit het grote Noordhollandse oligotrofe veenmoeras het overvloedige water afvoerden. Dit is het geval geweest nabij Uitgeest, bij Zaandam (de Zaan) en bij Kwadijk. Ook in het zuiden zijn de afzettingen het veengebied via zulke veenstroompjes binnengedrongen. Via de Liede en de Amstel bestond er op deze wijze contact met het grote oligotrofe veengebied van de Haarlemmermeer en omgeving. Verder naar het oosten zijn de afzettingen, via reeds aanwezige stroompjes, tot bij Vreeland gesedimenteerd. Volgens het onderzoek van BENNEMA, van wiens gegevens wij gebruik mochten maken, was er vóór de inbraak van de Westfrieze afzettingen II geen invloed van Rijnwater tussen Vreeland en Muiden

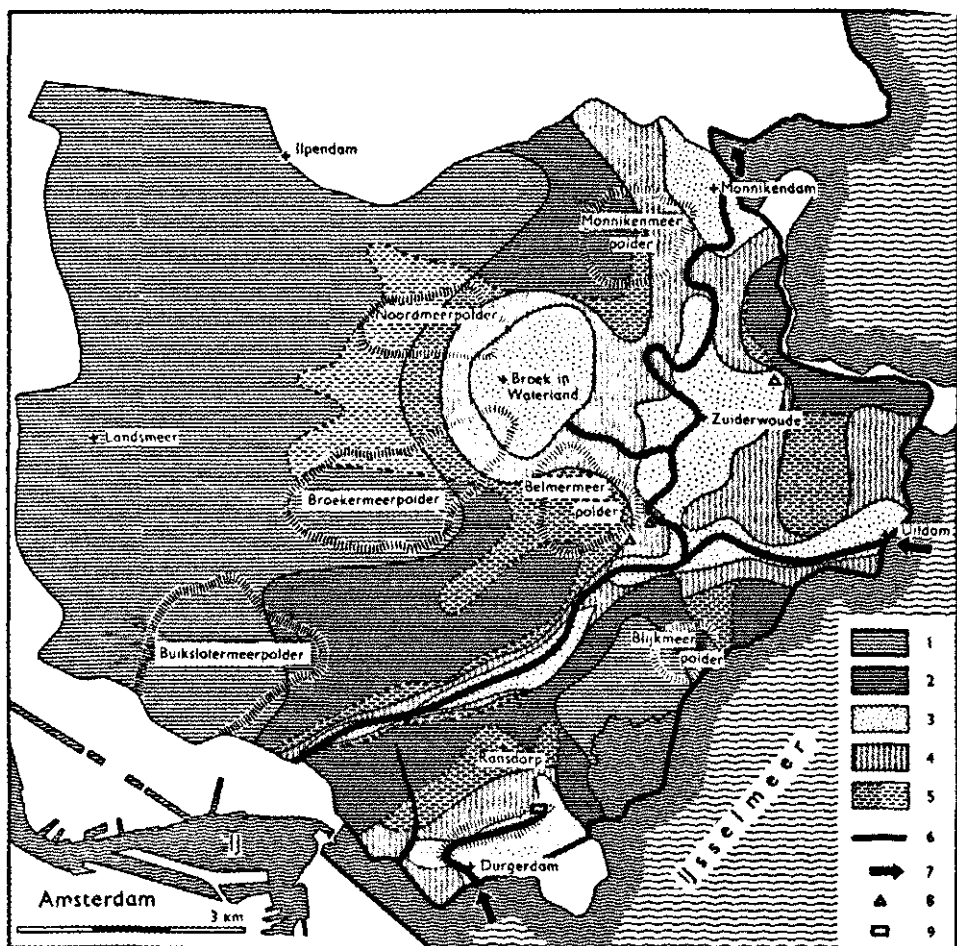


Fig. 30.

De Westfriese afzettingen II en hun invloed op de veenontwikkeling in Waterland.
The Westfrisian II deposits and their influence on the growth of the peat in Waterland.

1. Veengroei niet beïnvloed; oligotroof veen
No influence on peat growth; oligotrophic peat
2. Veengroei beïnvloed; rietveen en zeggeveen of rietveen- en rietzeggeveenbanden in oligotrofe veenprofielen
Influence on peat growth; reed and sedge peat or thin layers of reed peat and reed-sedge peat in oligotrophic peat profiles
3. Zand en zavel
Sand and sandy clay
4. Kleiige en zandige bagger
Clayey and sandy detritus-gyttja
5. Verslagen veen (alleen aangegeven bij 1 en 2)
Peat-detritus (only indicated in 1 and 2)
6. Geulen
Gullies
7. Hoofdaanvoertichtingen van de sedimenten
Main directions of sedimentation supply
8. Ligging van de pollendiagram-profielen van ZWILLENBERG und HENDRIKS (1954)
Location of the pollen diagram profiles of ZWILLENBERG und HENDRIKS (1954)
9. Ligging van het ^{14}C -profiel (fig. 35)
Location of the ^{14}C -profile (fig. 35)

merkbaar. Ook het stelsel Gaasp, Gein, Amstel, Angstel enz. fungeerde tot het midden van het Subboreaals niet als afvoer voor Rijnwater.

De verlaging van de waterstanden, veroorzaakt door de getijwerking van het systeem van de Westfriese afzettingen II tot bij Vreeland, heeft echter spoedig een tak van de Rijn vanaf Utrecht naar het noorden getrokken, zodat sedertdien de Vecht en andere veenriviertjes zich als Rijntakken zijn gaan ontwikkelen. Hierop wordt in het volgende hoofdstuk nader teruggekomen.

De hoogteligging van de bovenzijde van de afzettingen.

Over de hoogteligging van de bovenzijde van de afzettingen in het tweede verbreidingsgebied valt betrekkelijk weinig op te merken, mede in verband met het feit dat de afzettingen plaatselijk gedeeltelijk zijn geërodeerd.

BENNEMA (1954) vermeldde, dat de bovenzijde van het veenlandschap in de Vechtstreek ten tijde van de beïnvloeding door de Cardiumtransgressie op een hoogte van 2.0 à 2.25 m — N.A.P. lag. De bovenzijde van de vrij goed gefundeerde zandafzettingen in de Overaertsveldse polder en de Gemeenschapspolder in de Vechtstreek ligt veelal tussen 2.0 en 2.5 m — N.A.P.. In Waterland zijn de zandafzettingen veel minder goed gefundeerd; de bovenzijde ligt daar veelal tussen 2.5 en 3.0 m — N.A.P. (fig. 31).

De oorspronkelijke hoogteligging van de oeverbanken langs het Oer-IJ loopt uiteen van ongeveer 2.5 m — N.A.P. nabij Amsterdam tot 1.0 à 1.5 m — N.A.P. nabij Haarlem (GÜRAY, 1952).

Ten westen van Limmen liggen de hoogst gelegen binnendelta-afzettingen, voorzover ze uit verspoeld zand bestaan, gedeeltelijk op en gedeeltelijk iets boven N.A.P. (DE ROO, 1953). De zavelige afzettingen liggen hier met hun bovenzijde op 1.0 à 1.5 m — N.A.P..

Uit de genoemde cijfers blijkt, dat de oorspronkelijke hoogteligging van de afzettingen, zoals deze hier en daar in het tweede verbreidingsgebied nog kon worden bepaald, overeenkomt met die van soortgelijke afzettingen in het eerste verbreidingsgebied.

Door BENNEMA (1954) werd nog vermeld, dat de strandvlakte bij Noordwijkerhout, welke hij dateerde op omstreeks 1400 à 1200 v. Chr., op 1.35 m — N.A.P. ligt.

Het voorkomen van zand, de dikte van de afzettingen en de erosie van het Pleistoceen in het tweede verbreidingsgebied.

Tegen en voor de strandwal Limmen-Alkmaar zijn de afzettingen zeer zandig, hetgeen begrijpelijk is gezien het vele zand dat vrijkwam bij de opruiming van grote delen van de oudere strandwallen in dit gebied. Vermoedelijk is de aantasting hier ook tot vrij grote diepte doorgedrongen, doch het overwegend zandige karakter van de sedimenten sluit nadere conclusies vrijwel uit.

De diepe Oer-IJgeul heeft vooral daar, waar de oppervlakte van het Pleistoceen ondieper ligt dan ongeveer 15 m — N.A.P. (dus bij een grotere geuldiepte dan 12 à 13 m) de bovenzijde van het Pleistoceen aangetast. Naarmate het Pleistoceen ondieper is gelegen, is een groter deel van dit Pleistoceen geërodeerd (PONS en WIGGERS, 1958, fig. 1). Vooral tussen zijkanaal F en de Oranjesluizen, dus voornamelijk in Amsterdam, waar de pleistocene oppervlakte op ca 12 m — N.A.P. ligt, zijn betrekkelijk grote hoeveelheden zand verplaatst. In het gebied van Amsterdam zijn diepten van de geul van het Oer-IJ van meer dan 20 m vastgesteld.

Verder naar het oosten, waar het Pleistoceen nog hoger ligt, nam de eroderende kracht af en werd het, uit het westen afkomstige zand afgezet. Het grofste en zuiverste zand werd gedeponneerd op de plaats waar op het ogenblik Pampus ligt. In later tijd is dit zand door golfslag en stromingen over een groter areaal verspreid (fig. 31). De beruchte ondiepten voor de ingang van het IJ, die aan de scheepvaart op Amsterdam zoveel moeilijkheden in de weg hebben gelegd (fig. 32), zijn dus in eerste instantie te danken aan de inbraak van de zee bij Castricum.

Een soortgelijke zandafzetting als nabij Pampus is in de Noordoostpolder geconstateerd ten zuidoosten van Emmeloord (WIGGERS, 1955). Bij de vorming van de West-

friese afzettingen II is een, oorspronkelijk in westelijke richting afwaterend veenstroompje verwijd en verdiept. Het uit de pleistocene ondergrond opgenomen zand is aan de oostzijde als een schild afgezet. Dit zand is later, tijdens de Almere- en Zuiderzee-fase over een grotere oppervlakte verspreid.

Zandige afzettingen zijn niet slechts uit het Zuiderzeegebied doch ook uit de meren in Waterland en de Vechtstreek bekend, zij het dat de sedimenten aldaar veelal fijnzandiger en kleirijker zijn. Zo vindt men in de Vechtstreek het opge vulde meer bij Muiden, tussen Weesp en Nigtevecht het Oer-Naardermeer en tussen Overmeer en Vreeland het Oer-Horstermeer. In het Oer-Horstermeer werd betrekkelijk veel klei afgezet. In Waterland vindt men hetzelfde verschijnsel in een verland meer waarop Zuiderwoude is gelegen en in een waarop Broek in Waterland ligt, terwijl ook Monnikendam op een dergelijke afzetting is gelegen. Ook in de Purmer komt een tamelijk groot schild van zandige afzettingen voor.

Opvallend is, dat de genoemde meren door smalle, kronkelende stroombeddingen in het veenland met elkaar in verbinding stonden, terwijl in en langs deze beddingen vrijwel geen minerale afzettingen worden gevonden.

Over het algemeen vond in de meren eerst sedimentatie van kleilig materiaal plaats, waarop in een later stadium, mogelijk door voortgaande erosie van het Pleistoceen in de diepe geul van het Oer-IJ, zand werd gedeponceerd (fig. 31). Door de reeds genoemde plotselinge sluiting van het zeegat werden op dit zand over het algemeen geen afdekkende zwaardere lagen gesedimenteerd.

Over de dikte van de sedimenten in het tweede verbreidingsgebied valt weinig op te merken. De minerale sedimenten bereiken veelal dikten van 3 à 4 m. Ook hier treft men, evenals in het eerste verbreidingsgebied, het verschijnsel aan, dat de sedimentatie vrij abrupt is geeindigd. Langzaam uitwiggende klei- of zavellagen ontbreken vrijwel geheel (fig. 31). Wanneer men een uitwiggende laag aantreft betreft dit vrijwel steeds een rietkleiband in een veenprofiel. Deze rietkleibanden komen onder andere voor in de Noordoostpolder en achter de oeverbanken van het Oer-IJ.

De strandwallen en zeegaten in het eerste en tweede verbreidingsgebied.

Zoals reeds werd opgemerkt, rekenen wij de strandwallen van Noordwijkerhout (3e fase van VAN DER MEER, 1952; 4e fase van BENNEMA, 1954) als behorend bij de Westfriese afzettingen II. De strandwal van de Zilk, welke een voortzetting vindt in een smalle wal ten oosten van de strandwallen van Noordwijkerhout rekenen wij, mede op grond van figuur 47 uit PANNEKOEK (1956), tot het strandwallencomplex van Vogelenzang-Hillegom-Lisse.

Ook over de strandwallen ten noorden van het Noordzeekanaal valt in dit stadium nog vrijwel niets met zekerheid te vermelden. In figuur 27 is in het westelijke deel van het grote complex van Beverwijk een vraagteken geplaatst; mogelijk behoort dit gedeelte tot de Westfriese afzettingen II.

Omtrent de ligging der zeegaten bestaat minder onzekerheid. Het zeegat waardoor de afzettingen van het eerste verbreidingsgebied naar binnen zijn gekomen, moet ongeveer ter hoogte van Bergen aan Zee of nog iets noordwestelijker hebben gelegen. De vorm van de binnendelta die bij dit zeegat van Bergen behoort is tamelijk gecompliceerd. DE ROO (1953) beschouwde afzettingen nabij Groet, Schoorl en Aagtdorp als strandwalafzettingen, terwijl wij van mening zijn, dat dit eveneens binnendelta-afzettingen zijn. Zo bezien bestaat de binnendelta van het zeegat nabij Bergen uit 3 verschillende delen:

- a) de bovengenoemde zandafzettingen van Groet, Schoorl en Aagtdorp. De rug-

vormige delen zijn vaag, doch wijzen enigszins in noordoostelijke richting. Dit deel van de binnendelta is wellicht het oudste deel. Nadat een belangrijk gedeelte van de sedimenten in het eerste verbreidingsgebied, met name de oudere kwelder in het noordelijke deel van het Geestmerambacht tot afzetting was gekomen, verzandde dit deel van het zeegat door grote hoeveelheden grof, koolzure-kalkloos kwartszand, dat aanvankelijk nog in enkele ruggen naar binnen werd geworpen.

b) de binnendelta van Bergen in engere zin. Direct na het verzanden van het eerste gat verschaft de zee zich toegang door de opening ten zuiden van Aagtdorp. Via dit deel van het zeegat werden vooral de oudere kwelderafzettingen in het midden van het Geestmerambacht gesedimenteerd. Ook dit deel verzandde na verloop van tijd met kalkloos, wit, grof kwartszand, waarbij dus de binnendelta van Bergen in engere zin werd gevormd.

c) de binnendelta-afzettingen tussen Bergen en Wimmenum. Na de verzanding van het bovenbeschreven deel van het zeegat verschaft de zee zich nogmaals toegang tot het binnenland door een opening tussen Bergen aan Zee en Wimmenum. Hierbij ontstond geen volledig wadgebied; in de westelijke strandvlakte werd een binnendelta opgeworpen, eveneens bestaande uit grofzandige, kalkloze kwartszand-afzettingen. Spoedig daarna verzandde het zeegat definitief.

Het bovenstaande wordt gesteund door bepaalde verschijnselen in het Geestmerambacht. Uit de beschrijving van DU BURCK (1957) valt af te leiden, dat de oudere kwelder in dit gebied in de ondergrond een wisselende opbouw vertoont. Naast kleiige delen, die thans door de inklinking wat lager zijn komen te liggen, komen ook hogere stroken voor. Nadat in de lage delen enige veengroei had plaatsgevonden en zich op de hogere zavelprofielen een vegetatielaag had gevormd, werd het gehele gebied overdekt door een dunne laag pikklei, waarop later plaatselijk nog de Rekeregorsklei werd afgezet. In een nog latere fase werden de Rekeregorsklei en het pikkleidek plaatselijk geërodeerd. DU BURCK vermeldt nu dat de erosie vooral plaatsvond daar, waar in de ondergrond een veenlaagje aanwezig was. Hieruit kan dus worden geconcludeerd dat de nog aanwezige gorsklei en pikklei in hoofdzaak ligt ter plaatse van de iets hogere zavelruggen. Wanneer men nu, gewapend met deze kennis, de bodemkaart van DU BURCK beziet, blijkt het dat deze zavelruggen in grote lijnen inderdaad kunnen worden aangegeven. In figuur 27 is de loop van de belangrijkste ruggen met een aantal pijlen aangegeven. Uit het verloop van deze pijlen vallen twee hoofdrichtingen af te leiden, corresponderend met de fasen a en b van het zeegat bij Bergen.

Het zeegat behorende bij de afzettingen in het tweede verbreidingsgebied, heeft gelegen ten westen van Castricum. Vermoedelijk is ook hier de zee, na de verzanding van het eigenlijke gat, opnieuw doorgebroken in de richting Egmond-binnen, waarbij in de strandvlakte vóór de strandwal Limmen-Alkmaar, zandige afzettingen werden gedeponeerd.

Enkele eigenschappen van de Westfriesse afzettingen.

Van de geanalyseerde monsters is niet in alle gevallen bekend of deze tot de Westfriesse afzettingen I dan wel tot de Westfriesse afzettingen II behoren. Gezien de grote overeenkomst in samenstelling van de sedimenten van de Westfriesse afzettingen I en II in Westfriesland worden de beschikbare gegevens tezamen behandeld. Ook de strandwallen van Vogelenzang-Hillegom-Lisse, van de Zilk en van Noordwijkerhout worden thans als Westfriesse strandwallen samengevat.

De korrelgrootte van het zand van de strandwallen van Vogelenzang-Hillegom-Lisse en van Noordwijkerhout vertoont van het zuiden naar het noorden enige verandering. VAN DER MEER (1952) geeft aan, dat het zuidelijke deel van de strandwallen uit iets grover zand bestaat dan het noordelijke deel. In het noorden vindt men de hoogste gehalten in de fracties 105-150, 150-210 en 210-300 micron, in het zuiden in de fracties 150-210, 210-300 en 300-420 micron. Volgens VAN

DER MEER (1952) heeft men in het zuiden zeer waarschijnlijk te doen met mariene en aeolische omwerking van vrij grof zand van de onderwaterdelta van de Oude Rijn. In het noorden gelijkt het zand op het fijnere, pleistocene dekzand.

Het zand van de binnendelta's en strandwalformaties komt tot Egmond-binnen ongeveer overeen met het zand van het noordelijke deel van de strandwallen in Zuidholland (DE ROO, 1953). Bij Bergen en Schoorl is het zand van de binnendelta's door DE ROO als grof aangeduid. Het bevat een groter percentage grovere korrels en soms zelfs iets fijn grind. In dit verband is het wel opmerkelijk dat het zand van de oudere strandwal Oudorp-St. Pancras tot het fijnste type behoort (DU BURCK, 1957). Het grovere zand van Bergen en Schoorl is, in tegenstelling tot al het ten zuiden van Egmond voorkomende strand- en duinzand, van oorsprong koolzure-kalkloos.

De korrelgrootte-verdeling van de overige Westfrie afzettingen loopt sterk uiteen. Naast zware klei, met lutumgehaltes tot 45 %, komt zuiver zand voor. Zowel in horizontale als in verticale richting varieert de zwaarte van het sediment veelal sterk.

Het koolzure-kalkgehalte van de Westfrie afzettingen is in het noordelijke verbreidingsgebied relatief hoog. Vooral vergeleken met de Wieringermeer-afzettingen bevatten de sedimenten veel koolzure kalk; het verschijnsel van de vorming van katteklei, zo bekend van de Wieringermeer-afzettingen, komt bij de Westfrie afzettingen niet of nauwelijks voor. Door ZUUR (1956) werd reeds opgemerkt, dat in het kwelderland in het westen van de Wieringermeer waar, zoals nu is gebleken, Westfrie afzettingen I nog plaatselijk aan de oppervlakte liggen, katteklei veel minder voorkomt dan in het overige deel, waar de Wieringermeer-afzettingen aan de oppervlakte liggen.

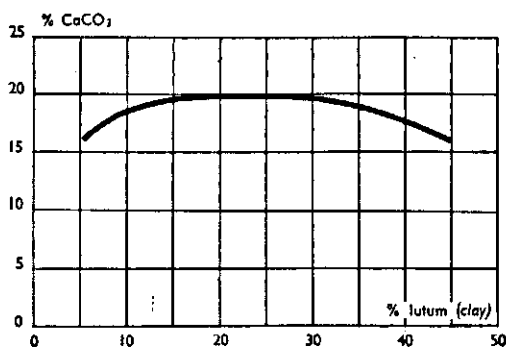


Fig. 33. Het verband tussen het lutumgehalte en het koolzure-kalkgehalte van Westfrie afzettingen II.

Relation between the clay content and the calcium-carbonate content of Westfriesian II deposits.

In figuur 33 is het verband tussen het lutumgehalte en het koolzure-kalkgehalte voor een aantal monsters uit het IJsselmeer aangegeven. De gegevens afkomstig uit het Grootslag (ENTE, i.v.), Venhuizen (DU BURCK, 1955), het Geestmerambacht (DU BURCK, 1957) en het midden van Westfries-land sluiten zich hier geheel bij aan. Het verband tussen het lutumgehalte en het kalkgehalte is nauw. Het kalkgehalte is hoog en vertoont een maximum van ± 20 % bij lutumgehaltes van 15 à 30 %. Bij een lutumgehalte van 30 à 45 % werd in de Noordoostpolder in niet humeuze monsters een gemiddeld koolzure-kalkgehalte van 15 % gevonden, hetgeen goed overeenkomt met hetgeen blijkt uit figuur 33 in het westen van het eerste verbreidingsgebied wordt gevonden.

Uit het tweede verbreidingsgebied zijn eveneens enkele gegevens bekend. Deze wijzen er op, dat het maximale kalkgehalte ligt bij ongeveer 25 % lutum; dit gehalte is dan echter aanzienlijk lager, namelijk ongeveer 15 %.

De lutum-slibverhouding bedraagt in de kleirijkere Westfrie afzettingen 65 à 67, hetgeen normaal is voor mariene afzettingen.

De facies van de Westfrie afzettingen II.

De Westfrie afzettingen II liggen in Westfries-land in een goed ontwikkeld wad- en kwelder-gebied. Grote, brede en diepe, in het laatste opslibbingsstadium geheel opgevulde wadgeulen ge-
tuigen van zeer krachtige stromingen in dit wad- en kwelder-gebied. Kwelders, doorsneden door

0 = maaiveld = 2.10 m - NAP

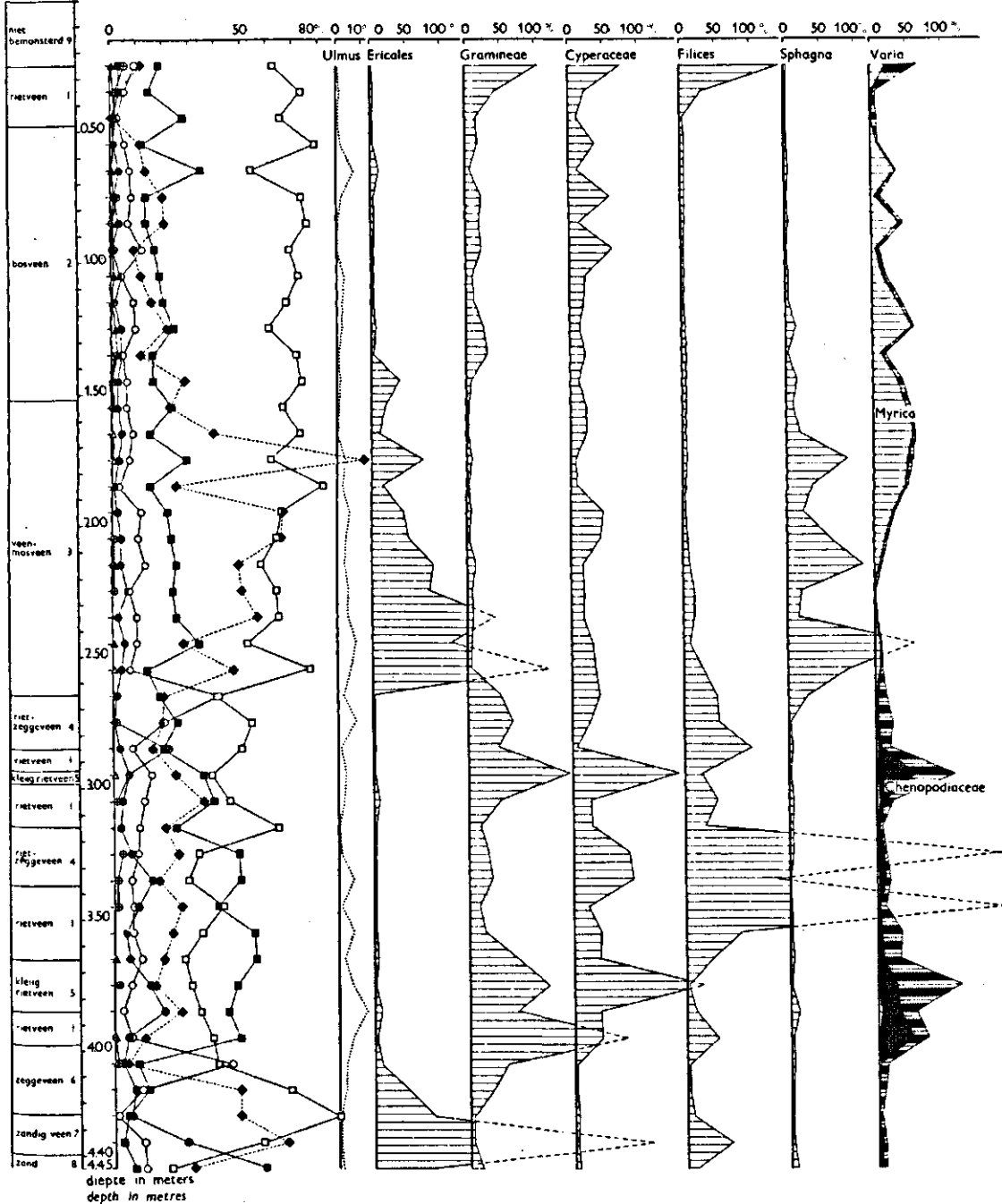


Fig. 34.

Pollendiagram van een veenprofiel nabij Abcoude (zie voor ligging fig. 27).
Pollen diagram of a peat profile near Abcoude (for location see fig. 27).

- | | | |
|------------------|------------------------|----------------|
| 1. Reed peat | 4. Reed and sedge peat | 7. Sandy peat |
| 2. Wood peat | 5. Clayey reed peat | 8. Sand |
| 3. Sphagnum peat | 6. Sedge peat | 9. Not sampled |

talrijke grote en kleinere krekten kwamen op grote schaal voor. Het westelijke gebied nabij Schagen was aanvankelijk een wadgebied met veel zandplaten doch is in een later stadium geheel tot een kwelder verland. Slechts in het oosten van Westfriesland komen plaatselijk enkele dunne lagen riethoudende klei voor. Echte rietgorzen zijn vermoedelijk, gezien de kalkrijkdom van de sedimenten en gezien het ontbreken van katteklei, zeldzaam geweest. Faunistisch onderzoek, uitgevoerd door Dr J. H. VAN VOORTHUYSEN (d.d. 10-2-1956), toonde aan, dat het milieu rijk was aan soorten foraminiferen en ostracoden, waaronder grote exemplaren. De levensomstandigheden waren voor deze fauna blijkbaar zeer gunstig. Het water was zuurstofrijk en werd goed geventileerd. De fauna met veel *Nonion depressulus*, *Elphidium excavatum* en weinig *Streblus beccarii* wijst op een zoute tot brakke omgeving. Volgens VAN VOORTHUYSEN is de fauna hier rijker dan in de recente wadden. Uit het onderzoek van monsters onder de grafheuvels bij Grootebroek concludeerde VAN VOORTHUYSEN dat het milieu pleiomesohalien tot polyhalien moet zijn geweest. Volgens hem was het milieu zouter dan thans in de Dollard en op sommige plaatsen langs de dijk van de Groninger Wadden (VAN GIFFEN, 1953).

De beschrijving van de facies van de afzettingen in de Noordoostpolder door WIGGERS (1955) sluit zich zeer goed bij het bovenstaande aan. De afzettingen in de Noordoostpolder werden oorspronkelijk aangeduid met de naam Cardiumklei, naar aanleiding van het voorkomen van goed ontwikkelde, vaak tweekleppige exemplaren van *Cardium edule*. Voorts werden gevonden exemplaren van *Macoma balthica*, *Scrobicularia plana*, *Mytilus edulis*, *Hydrobia ulvae* en *Littorina littorea*. VAN VOORTHUYSEN (1951) leidde uit het vrijwel uitsluitend voorkomen van *Streblus beccarii* af dat de Cardiumklei was afgezet in een brak, ondiep doch zuurstofrijk milieu.

Het karakter van de afzettingen in de Noordoostpolder staat enigermate in tussen dat in Westfriesland enerzijds en dat in het tweede verbreidingsgebied anderzijds. De Cardiumklei in de Noordoostpolder is grotendeels een onderwaterafzetting, doch is verder verland dan de Westfrieze afzettingen in het tweede verbreidingsgebied. Langs de geulen komen in de Noordoostpolder duidelijk oeverbanken voor, zoals in het tweede gebied slechts langs het Oer-IJ is geconstateerd. In de Noordoostpolder zijn over een vrij groot areaal ook bagger- of detritus-afzettingen gevonden, meer of minder rijk aan exemplaren van *Cardium edule*. Daar dit type van sediment in het IJsselmeer een grotere verbreiding bezit zal de bespreking hiervan plaatsvinden in het hoofdstuk over het ontstaan van het meer Flevo.

In het zuidelijke verbreidingsgebied treft men vrijwel uitsluitend onderwaterafzettingen in meren aan. Bij het begin van de inbraak heeft de zee zich met geweld toegang tot het veengebied verschaft; de erosie staat aanvankelijk geheel op de voorgrond.

In een later stadium overheerste de sedimentatie van onderwaterafzettingen terwijl normaliter hierop de verlanding volgt. Het zeegat van het tweede verbreidingsgebied is echter blijkbaar afgesloten vóór verlanding op grote schaal plaatsvond. Rietveenvorming, wijzend op rietgorzen die zich ontwikkelden in een brak milieu, vond slechts plaats langs de rand van het open water op plaatsen waar het veenlandschap niet was opgeruimd.

De onderwaterafzettingen bestaan overwegend uit zandige tot kleiige bagger. Het water dat toevoelde uit het omliggende veengebied deed het milieu sterk verzoeten. Over de fauna is slechts weinig bekend. VAN VOORTHUYSEN stelde op grond van een onderzoek van de foraminiferen in bagger in het meertje bij Haarlem vast, dat daar het milieu nog zout tot vrij brak was met een goede zuurstofvoorziening, terwijl de bovenste lagen onder meer brakke omstandigheden waren gevormd (rapport 273). De grotere aanvoer van zoet water van de Rijn via het Vechtsysteem veroorzaakte in het zuidoosten van het verbreidingsgebied een vrijwel volledige verzoeting van het milieu. Volgens VAN VOORTHUYSEN zijn de sedimenten in het meest naar binnen gelegen meer (Oer-Horstermeer) blijkens de foraminiferen in zoet water afgezet (rapport 285). Ongeveer halverwege in het sedimentpakket werd een laag aangetroffen waarin de foraminiferen *Lagunculina spec.* en *Protonina spec.* voor het eerst in Nederland werden aangetroffen. Zij wijzen op een zoet milieu waarin tijdelijk een uiterst geringe hoeveelheid zout water is binnengedrongen. Van de sedimenten in het meer bij Weesp (Oer-Naardermeer) zijn slechts de diatomeeën onderzocht door Drs VAN DER WERFF (rapport 32). Het milieu was hier zoet tot zwak brak met een tendens van toeneming van het brakke karakter naar boven. Het voorkomen van veel *Valvata piscinalis* en van *Unio*-fragmenten in de sedimenten tussen Vreeland en Muiden en zelfs tot bij Pampus, wijst eveneens op een vrijwel zoet milieu.

Over de sedimenten in Waterland delen ZWILLENBERG en HENDRIKS mede dat deze zijn gevormd in een brak milieu.

De ouderdom van de Westfrieze afzettingen II.

Voor de vaststelling van de ouderdom van de Westfrieze afzettingen II staan ons in de eerste plaats enkele ^{14}C -bepalingen ten dienste (fig. 27).

WIGGERS (1955) vermeldt een ouderdomsbepaling van het onderste gedeelte van een rietkleilaag bij Urk, welke werd gevormd tijdens de sedimentatie van de Westfriesse afzettingen II. Deze laag dateerde van omstreeks 1550 ± 120 v. Chr. (GRO 378). Van een monster van een rietveenlaag, synchroon met de maximale uitbreiding van de Westfriesse afzettingen II nabij Schokland, bedroeg de ouderdom 3315 ± 95 jaar (GRO 377), zodat deze veenlaag werd gevormd omstreeks 1360 v. Chr..

PONS (1957) vermeldt een ouderdomsbepaling van enkele gesloten schelpen uit het onderste gedeelte van de Westfriesse afzettingen II in het profiel Hauwert-Zwaagdijk (DI I, fig. 16). De ouderdom van de schelpen bedroeg 3240 ± 140 jaar (GRO 617), zodat deze omstreeks 1290 v. Chr. zijn gegroeid.

Ir P. J. ENTE gaf ons toestemming een ^{14}C -bepaling van een veenlaag, gelegen onmiddellijk op de Westfriesse afzettingen II in de polder het Grootslag, te publiceren. Deze veenlaag was 3155 ± 110 jaar oud (GRO 611), zodat het veen omstreeks 1200 v. Chr. werd gevormd.

Deze dateringen zijn in zeer goede overeenstemming met de archeologische gegevens. Reeds lang is bekend, dat op de Westfriesse afzettingen II in Westfriesland in de Bronstijd grafheuvels zijn aangelegd. Door VAN GIFFEN werden de grafheuvels bij Grootebroek omstreeks 1000 à 750 v. Chr. gedateerd. Deze datering werd bevestigd door een ^{14}C -bepaling van een houtskoolmonster uit het primaire graf van tumulus I. Dit monster bleek 2925 ± 140 jaar oud te zijn, dus te dateren uit ongeveer 970 $\pm$ 140 v. Chr. (VAN GIFFEN, 1953).

De grafheuvels te Zwaagdijk werden door VAN GIFFEN (1944) geplaatst in de oudere of midden-Bronstijd, nader aangegeven als tussen 1400 en 1000 v. Chr.. De dateringsmogelijkheid was bij deze grafheuvels door het ontbreken van grafgraven echter beperkt.

In het Jaarverslag van de Archeologische Werkgroep 'Westfriesland' over het jaar 1958 wordt melding gemaakt van de eerste vondst van een bronzen voorwerp, namelijk van een speerpunt, gevonden bij Enkhuizen, welke uit de late-Bronstijd dateert (Westfriesse Oudheden II, 1959).

Samenvattend kan worden gezegd, dat omstreeks 1550 v. Chr. de Westfriesse afzettingen II reeds tot nabij Urk waren doorgedrongen, terwijl de invloed op de veenvorming nabij Schokland omstreeks 1350 v. Chr. merkbaar was. Omstreeks 1300 v. Chr. vond ook ter plaatse van het profiel Hauwert-Zwaagdijk de sedimentatie van de Westfriesse afzettingen II plaats. Voor het einde van de sedimentatieperiode kan wellicht de tijd omstreeks 1250 v. Chr. worden aangehouden.

Omtrent de ouderdom van de afzettingen in de verschillende delen van het eerste verbreidingsgebied valt nog het volgende op te merken. Bij het onderzoek in het veld werd sterk de indruk verkregen, dat de zijruggen die zich bij Benningbroek, en Zwaagdijk van de hoofdruigen aftakken, tot het jongste deel van de afzettingen moeten worden gerekend. Dit is in overeenstemming met de ^{14}C -datering in Hauwert-Zwaagdijk, waar men blijkbaar ook met een vrij late sedimentatie te doen heeft. In dit verband wordt ook duidelijker het door DU BURCK (1957) vermelde feit van de verjonging met zandige kreekruigen van een vrij kleiige, oudere afzetting in het Geestmerambacht. Wij zouden deze jonge, krachtig ontwikkelde fase met veel zandige sedimenten willen verbinden aan de sterk ontwikkelde tweede fase van de binnendelta, namelijk aan die van Bergen in engere zin. De brede zandruigen in het inversielandschap zijn vermoedelijk de, gedurende deze fase met zeer grote hoeveelheden zand opgevulde, wadgeulen waarop geen kleidek meer is afgezet als gevolg van de daarna ingetreden verzanding van het zeegat. Dit jongere deel van de afzettingen zou kunnen worden gedateerd tussen ongeveer 1400 en 1250 v. Chr.. Het oudere deel van de sedimenten, samenhangend met de eerste binnendelta, namelijk die van Groet en Schoorl, zou kunnen dateren uit de tijd tussen 1650 en 1400 v. Chr..

In het voorgaande werd reeds opgemerkt, dat door DU BURCK (i.v.) een veenlaag op de oudere klei in het profiel Burgervlotbrug op grond van een ^{14}C -bepaling werd

gedateerd omstreeks 1610 ± 80 v. Chr.. Wij wezen er reeds op, dat deze datering nog enigszins een probleem vormt. Voorshands nemen wij aan, mede op grond van het palynologisch onderzoek (DU BURCK, 1959), dat de onderliggende kleilaag toch tot de Westfriese afzettingen II behoort. Door DU BURCK (i.v.) werd eveneens melding gemaakt van een ^{14}C -bepaling van het onderste gedeelte van een veen-gyttjalaagje onder een post-Romeins dek en liggend op oudere mariene afzettingen nabij Schoorldam-Warmenhuizen (fig. 27). De ouderdom van deze laag bedroeg 2950 ± 85 jaar, zodat de laag werd gevormd omstreeks 990 v. Chr.. Gezien de betrekkelijk hoge ligging van het terrein behoeft een vrij late datering van het begin van de veengroei aldaar ons niet te verwonderen.

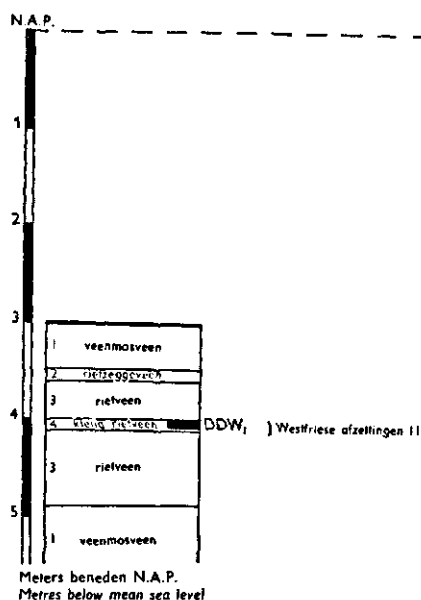


Fig. 35. Profiel nabij Durgerdam bemonsterd voor ^{14}C -bepaling (zie voor ligging fig. 30).
Profile near Durgerdam sampled for radio-carbon dating (for location see fig. 30).

DDW 1 = GRO 1610 $3420 \pm 70 = 1460 \pm 70$ v. Chr.

1. *Sphagnum peat*
2. *Reed and sedge peat*
3. *Reed peat*
4. *Clayey reed peat*

Voor de datering van de Westfriese afzettingen II in het tweede verbreidingsgebied beschikken we slechts over één ^{14}C -bepaling en wel van een monster uit het profiel Durgerdam (fig. 35). Een kleiige rietveenband op een diepte van ongeveer 4 m — N.A.P., welke lateraal samenhangt met de Westfriese afzettingen II in de Durgerdammer Die (fig. 30 en 31), bleek een ouderdom van 3240 ± 70 jaar te bezitten (GRO 1610). Deze kleiige veenlaag werd dus gevormd omstreeks 1460 v. Chr..

Deze datering van de afzettingen in het tweede verbreidingsgebied vindt steun in een palynologisch door Prof. dr F. FLORSCHÜTZ onderzocht veenprofiel nabij Abcoude (fig. 34). Zoals in het volgende hoofdstuk nader zal worden aangetoond, is de invloed van de transgressie van de Westfriese afzettingen II op de veenontwikkeling in de Vechtstreek duidelijk te zien. Het oligotrofe veenmosveen wordt bij Abcoude afge-

sloten door een laag bosveen, gevormd onder invloed van de aanvoer van voedselrijk water door de rivieren. In het bosveen, beginnend op een diepte van ongeveer 1.5 m onder maaiveld, vormt *Fagus* een continue curve. VAN ZEIST (1955b) geeft aan, dat wanneer per spectrum 100 à 200 boompollenkorrels worden geteld, een waarde van 1 % voor *Fagus* overeenkomt met de grens Neolithicum-Bronstijd. In een profiel bij Emmen bereikte *Fagus* een waarde van 1 % omstreeks 1395 ± 140 v. Chr. (GRO 424). FLORSCHÜTZ (1956) deelde mee, dat in het profiel bij Vriezenveen de gesloten *Fagus*-curve begon omstreeks 1410 ± 140 v. Chr.. Wij menen hieruit te mogen afleiden, dat het begin van de vorming van het bosveen, welke onmiddellijk samenhangt met de transgressie van de Westfrieze afzettingen II in het profiel te Abcoude, op omstreeks 1400 v. Chr. mag worden gesteld.

Het verloop van de *Fagus*-curven in de profielen in Waterland (ZWILLENBERG und HENDRIKS, 1954) is wat onregelmatig, zodat hieruit weinig positieve gegevens ten aanzien van een datering kunnen worden afgeleid.

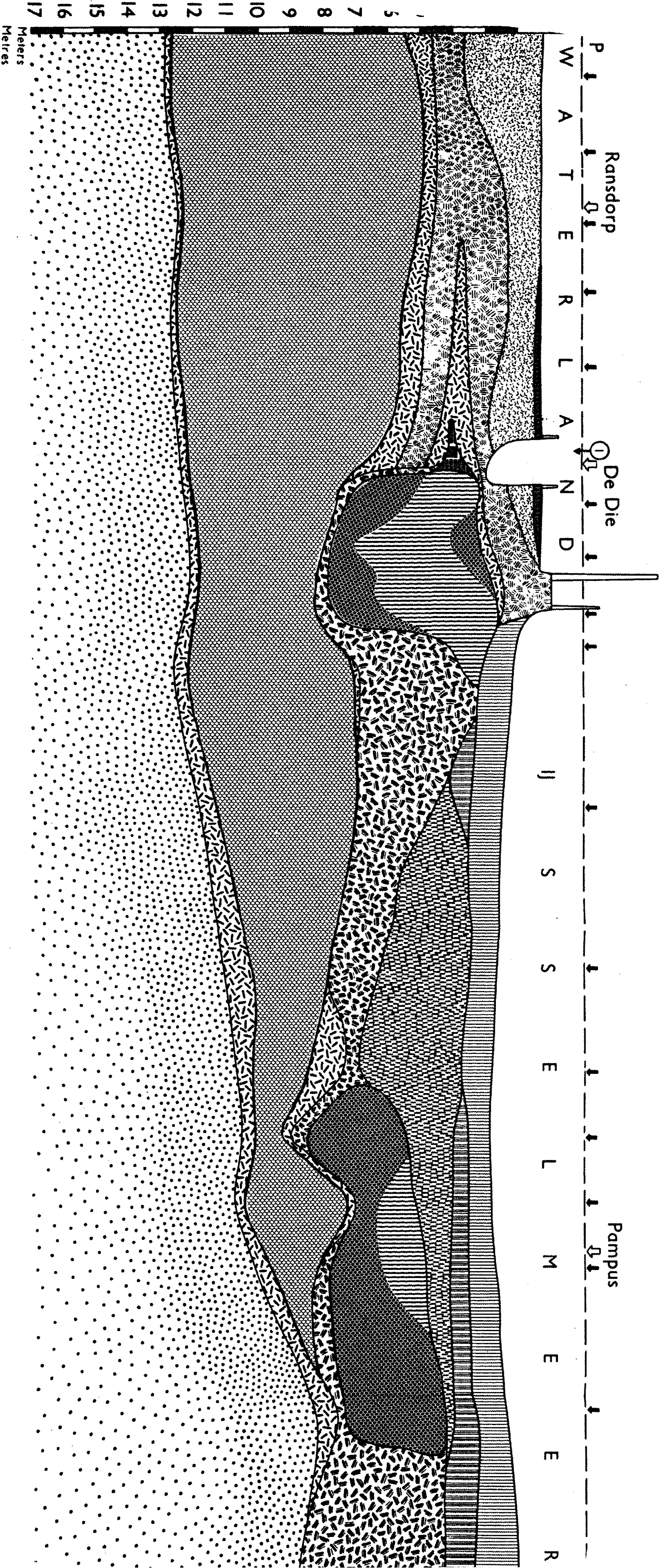
Nu de Westfrieze afzettingen II in de beide verbreidingsgebieden met behulp van ^{14}C -bepalingen nader zijn gedateerd (tussen 1650 en 1250 v. Chr.) moge nog een enkele opmerking worden gemaakt over de datering van BENNEMA (1954) van de Cardiumtransgressie. Nadat MULLER en VAN RAADSHOOVEN (1947) de Cardiumklei van de Noordoostpolder in het Atlanticum hadden geplaatst en MIDDELHOEK en WIGGERS (1953) deze in het Subboreaal dateerden, plaatste BENNEMA de Cardiumtransgressie omstreeks 1800 v. Chr.. Een van de belangrijkste argumenten voor deze datering ontleende BENNEMA aan een klokbecherscherf in de Cardiumklei (VAN DER HEIDE, 1950). Zoals reeds door WIGGERS (1955) werd uiteengezet, kan aan deze archeologische vondst op secundaire ligplaats nauwelijks enige waarde worden toegekend. VAN DER HEIDE (1955) legde ook in een latere publikatie nauw verband tussen de door hem als aeneolithisch aangeduide vondsten en het voorkomen van de Cardiumklei, vooral op kavel J 78 in de Noordoostpolder. Naar onze mening zal een opgraving van deze vindplaats eerst nadere gegevens moeten verschaffen omtrent het veronderstelde verband, voordat men de Cardiumklei en dus de Westfrieze afzettingen II mag dateren op basis van de gevonden bewoningsresten.

DE VEENONTWIKKELING NA DE FORMING VAN DE WESTFRIEZE AFZETTINGEN EN HET ONTSTAAN VAN HET MEER FLEVO

Inleiding.

Wanneer men de veenontwikkeling na de vorming van de Westfrieze afzettingen overziet, blijkt dat men in grote lijnen onderscheid kan maken tussen gebieden waar de Westfrieze afzettingen in het geheel geen invloed op de veenvorming hebben uitgeoefend (b.v. het centrale deel van midden-Noordholland), gebieden, waar de vorming van de Westfrieze afzettingen de veenontwikkeling tijdelijk of blijvend heeft beïnvloed (b.v. de Vechtstreek) en gebieden waar de veengroei tijdens de sedimentatie van de Westfrieze afzettingen geheel onderbroken is geweest en waar sedertdien weinig of geen veen meer is gevormd (b.v. Westfriesland). Aan een nadere beschrijving van de bovengenoemde gebieden kan worden toegevoegd die van het grootste gedeelte van het Zuiderzeegebied, waar de vorming van de Westfrieze afzettingen de stoot heeft gegeven tot de afbraak van het veenland en tot het ontstaan van het meer Flevo.

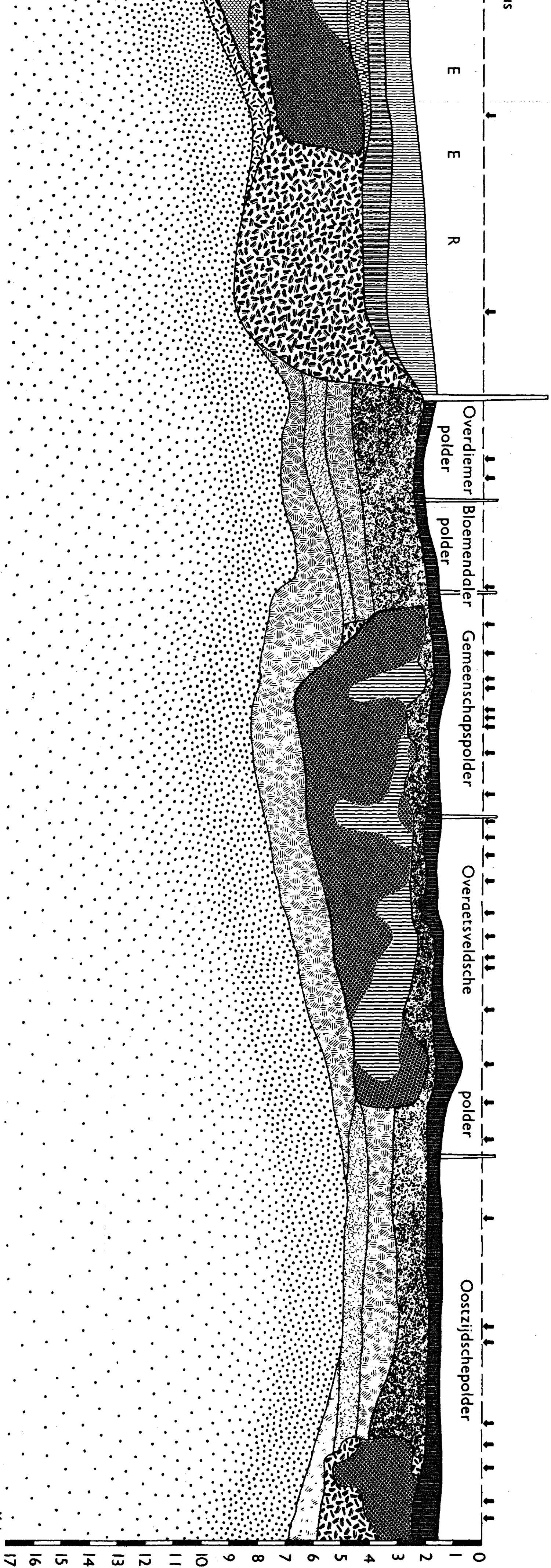
In het onderstaande zal, na een korte bespreking van enkele palynologische bijzonderheden van de veenprofielen uit deze periode, een overzicht worden gegeven van de verbreiding van de veensoorten in Noordholland, waarna enkele opmerkingen zullen worden gemaakt over het, reeds verschillende malen in de literatuur besproken, punt



- Zuiderzee-afzettingen
- Almere-afzettingen
- Westfrieze afzettingen II, verplaatst tijdens Almere-fase
- Kleidek op het veen
- Verslagen veen en bagger
- Rietveen
- Zeggeveen

- Bosveen
- Westfrieze afzettingen II, zandige facies
- Idem, kleilige facies
- Idem, rietklei
- Oudere mariene afzettingen
- Pleistocene zand
- 14C monster (fig. 35).

PROFIEL VAN RANSDO
Cross section between Ra
schaal 1:25000



OFIEL VAN RANSDORP NAAR LOENERSLOOT
ss section between Ransdorp and Loenersloot
schaal 1:25000 scale 1:25000

- Zuiderzee deposits
- Almere deposits
- Westfrisian II deposits, reworked during the Almere phase
- Clay, overlying the peat
- Reworked peat and detritus-gytja
- Reed peat
- Sedge peat
- Sphagnum peat
- Wood peat
- Westfrisian II deposits, sandy facies
- Ditto, clayey facies
- Ditto, reed clay
- Older marine deposits
- Pleistocene sand
- ¹⁴C-sample (fig. 35).

van de veengroei in Westfriesland, terwijl tenslotte het ontstaan van het meer Flevo in het kort zal worden behandeld.

Enkele palynologische bijzonderheden van de veengroei na de vorming van de Westfrieze afzettingen.

In die gebieden waar de sedimentatie van de Westfrieze afzettingen geen invloed uitoefende, ging de veengroei op het Pleistoceen, op de Watergraafsmeer-afzettingen, de Beemster-afzettingen en de Wieringermeer-afzettingen ongestoord verder. In het algemeen is het, vooral in oligotrofe veenpakketten, daardoor niet mogelijk in het veld aan te geven welk gedeelte van het veen sedert de sedimentatie van de Westfrieze afzettingen is gevormd. In grote delen van Noordholland heeft de vorming van de Westfrieze afzettingen het milieu blijvend beïnvloed, zodat zich daarna een andere veensoort heeft ontwikkeld. Met name is dit het geval in de Vechtstreek, in Waterland, langs het Oer-IJ, bij Haarlem en ten oosten van Castricum, zoals door BENNEMA en DE VISSER (1952), BENNEMA (1954), ZWILLENBERG und HENDRIKS (1954) en BENNEMA and PONS (1957c) is beschreven. In palynologische diagrammen is het dan mogelijk de tijd van de vorming van de Westfrieze afzettingen nauwkeurig aan te geven.

In het voorgaande werd reeds gewezen op de continue *Fagus*-curve die wordt aangetroffen in het veen dat na de sedimentatie van de Westfrieze afzettingen II is gevormd. BENNEMA (1954) ging nader in op de palynologische bijzonderheden van de veenprofielen uit deze periode, welke men globaal kan plaatsen tussen 1500 v. Chr. en het begin van onze jaartelling. Hij hechtte vooral waarde aan het verloop van de *Corylus*-curve. FLORSCHÜTZ (1953) rekent, zij het provisorisch, voor het westen van Nederland de gehele boog, gevormd door de aanvankelijk lage waarden van *Corylus*, welke daarna stijgen om tenslotte weer af te nemen, tot het Subboreaal. Volgens BENNEMA valt de Cardiumtransgressie in de tijd waarin de waarden voor *Corylus* hoog waren.

Nieuwere onderzoeken, vooral van VAN ZEIST (1955a, 1955b, 1959) hebben scherpere en gedateerde criteria verschaft voor de grens Atlanticum-Subboreaal (val van de *Ulmus*-curve, gedateerd op omstreeks 3000 v. Chr.), terwijl een continue *Fagus*-curve omstreeks 1500 v. Chr. optreedt. Het laatste *Corylus*-maximum (C_4) is volgens VAN ZEIST (1955b) wellicht een synchroon verschijnsel, dat kan worden gedateerd op omstreeks 1150 v. Chr.. De duidelijke stijging van *Fagus* treedt in de diagrammen op bij de overgang van het Subboreaal naar het Subatlanticum en kan op omstreeks 800 v. Chr. worden gedateerd.

In figuur 34 is een pollendiagram weergegeven van een veenprofiel nabij Abcoude, verzameld door BENNEMA en palynologisch geanalyseerd door FLORSCHÜTZ. De veengroei ten noordwesten van Abcoude is blijkens de onderste helft van het diagram tweemaal beïnvloed door mariene transgressies. Op een diepte van ongeveer 3.75 m en van ongeveer 2.95 m beneden maaiveld (ongeveer 5.85 en 5.05 m — N.A.P.) zijn twee kleine rietveenbanden aanwezig met twee duidelijke *Chenopodiaceae*-maxima. Hierin is de invloed van de sedimentatie van de Watergraafsmeer-afzettingen en van de Wieringermeer-afzettingen weerspiegeld. Het verloop van de *Ulmus*-curve is niet zeer karakteristiek, doch uit de hogere waarden tot ca 3.3 m beneden maaiveld zou men wellicht mogen concluderen dat hier de grens tussen het Atlanticum en het Subboreaal aanwezig is, zodat de sedimentatie van de Watergraafsmeer-afzettingen omstreeks deze tijd ($\pm$ 3000 v. Chr.) zou kunnen worden geplaatst en die van de Wieringermeer-afzettingen in het Subboreaal. Dit is geheel in overeenstemming met de datering gegeven in deel I.

Het veenmosveen is in ieder geval in het Subboreaal gevormd, getuige ook de hoge

Corylus-waarden. Op een diepte van 1.5 m gaat het veenmosveen over in bosveen. Dit geschiedde, doordat tengevolge van de inbraak behorend bij de Westfriese afzettingen II, de hydrologische omstandigheden zich in de Vechtstreek zodanig wijzigden, dat water van de Rijn sedertdien werd afgevoerd door de Vechtstreek, waardoor het milieu eutroof werd. Zoals uit figuur 34 blijkt, valt de overgang van een oligotroof naar een eutroof milieu tijdens de daling van de *Corylus*-curve en bij het begin van de *Fagus*-curve. Het vierde *Corylus*-maximum, te dateren omstreeks 1100 v. Chr., is in het diagram niet met zekerheid aan te geven.

Tenslotte is de veengroei op ca 50 cm beneden maaiveld opnieuw zodanig beïnvloed dat het bosveen werd vervangen door rietveen, vermoedelijk onder invloed van een der subatlantische transgressies. Palynologisch zijn echter geen aanwijzingen voor subatlantisch veen aanwezig.

Behalve in het hier besproken profiel, kan men de genoemde verschijnselen ook terugvinden in de pollendiagrammen van Burgervlotbrug (DU BURCK, 1959), van Waterland (ZWILLENBERG und HENDRIKS, 1954), Spaarnwoude (BENNEMA and PONS, 1957c) en uit de Noordoostpolder (MULLER en VAN RAADSHOOVEN, 1947; WIGGERS, 1955).

De verbreiding van de veensoorten in Noordholland.

In figuur 36 zijn de verschillende veensoorten in een gedeelte van Noordholland weergegeven en wel in dat deel, waar het grootste gedeelte van het veen intact is gebleven. Door BENNEMA werd in 1949 de ligging van de verschillende veensoorten in Noordholland reeds op een overzichtskaart aangegeven, terwijl deze auteur tevens de oorzaken van de verspreiding besprak.

Zoals uit figuur 36 blijkt, kunnen in het betreffende gebied enkele grote, oligotrofe veenkernen worden aangewezen. In midden-Noordholland strekte zich een zeer groot oligotroof veengebied uit van het IJ naar het noorden, dat de Zaanstreek en westelijk Waterland omvatte (fig. 31), benevens de Eilandspolder in het noorden en voorts de Wormer en het grootste deel van de Schermer, de Beemster en de Purmer. In het noorden grensde dit oligotrofe veengebied aan de hoge kleigronden van Westfriesland.

Een tweede groot oligotroof veengebied strekte zich uit ten zuiden van de lijn Haarlem-Amsterdam, ter plaatse van de huidige droogmakerijen de Haarlemmermeer, de Bovenkerkerpolder, de Noorder en Zuider Legmeer. Dit gebied omvatte tevens het grootste deel van de westelijke stadshelft van Amsterdam. In het zuiden werd dit gebied begrensd door de eutrofe veengordel langs de Oude Rijn.

Van de kleinere oligotrofe veenkernen lagen er twee in Waterland (één in het noordoosten en één rondom het Kinselmeer), één rondom de Watergraafsmeer, één tussen het Naardermeer en het IJsselmeer, één tussen het Naardermeer en het Horstermeer, één ten zuiden van het Horstermeer en één ter plaatse van de vroegere Ronde Venen en van Vinkeveen.

Het gebied van de Zeevang, de Zuidpolder en Beetskoog behoren slechts ten dele tot het grote oligotrofe veengebied van midden-Noordholland. In de genoemde delen is tijdens de veenvorming een ontwikkeling in mesotrofe richting opgetreden, waardoor daar de veenvorming is afgesloten met de groei van fijn zeggeveen of bladmosveen. Vermoedelijk heeft dit gedeelte vrij sterk onder invloed gestaan van het nabije open water dat in deze tijd in het Zuiderzeegebied reeds aanwezig was.

Ten noorden van de huidige Westfriese zeedijk, dus in de Kop van Noordholland en in de Wieringermeer, bevond zich vermoedelijk eveneens een uitgestrekt oligotroof veengebied. Uit de Anna Paulownapolder en uit de Wieringerwaard zijn althans profielen bekend bestaande uit veenmosveen, waarop plaatselijk ook 'jong' veenmosveen voorkomt

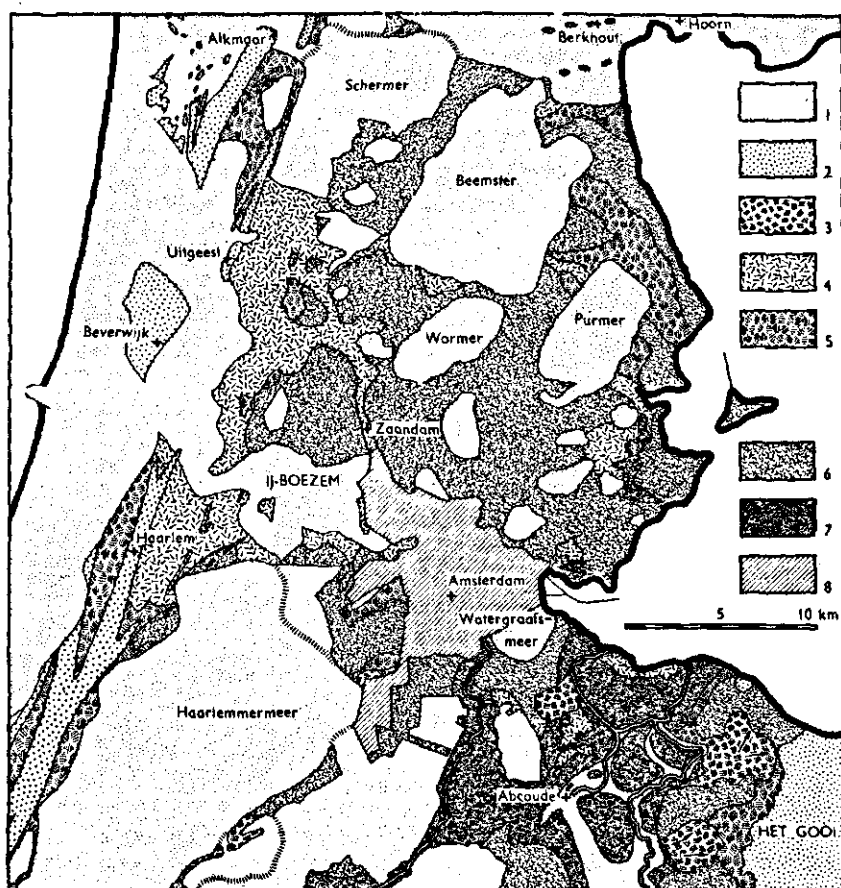


Fig. 36.

De veenontwikkeling in een gedeelte van Noordholland na de vorming van de West-friese afzettingen.

The growth of various types of peat in a part of the province of North-Holland after sedimentation of the Westfrisian deposits.

1. Het eventueel gevormde veen geheel of grotendeels verdwenen of overdekt door jong duinzand
The peat, if formed at any time, eroded or covered by young dunes
2. Geen veen in deze periode aanwezig geweest (strandwallen, strandvlakten en hooggelegen Pleistoceen)
No peat formation in this period (beach bars, beaches and high-lying Pleistocene)
3. Bagger en verslagen veen
Detritus-gyttja and peat-detritus
4. Rietveen (brak, eutroof)
Reed peat (brackish, eutrophic)
5. Voornamelijk zeggeveen (zoet, mesotroof)
Mainly sedge peat (fresh, mesotrophic)
6. Veenmosveen (zoet, oligotroof)
Sphagnum peat (fresh, oligotrophic)
7. Bosveen (zoet, eutroof)
Wood peat (fresh, eutrophic)
8. Buiten beschouwing gelaten gebieden
Areas not surveyed by us

Corylus-waarden. Op een diepte van 1.5 m gaat het veenmosveen over in bosveen. Dit geschiedde, doordat tengevolge van de inbraak behorend bij de Westfriesse afzettingen II, de hydrologische omstandigheden zich in de Vechtstreek zodanig wijzigden, dat water van de Rijn sedertdien werd afgevoerd door de Vechtstreek, waardoor het milieu eutroof werd. Zoals uit figuur 34 blijkt, valt de overgang van een oligotroof naar een eutroof milieu tijdens de daling van de *Corylus*-curve en bij het begin van de *Fagus*-curve. Het vierde *Corylus*-maximum, te dateren omstreeks 1100 v. Chr., is in het diagram niet met zekerheid aan te geven.

Tenslotte is de veengroei op ca 50 cm beneden maaiveld opnieuw zodanig beïnvloed dat het bosveen werd vervangen door rietveen, vermoedelijk onder invloed van een der subatlantische transgressies. Palynologisch zijn echter geen aanwijzingen voor subatlantisch veen aanwezig.

Behalve in het hier besproken profiel, kan men de genoemde verschijnselen ook terugvinden in de pollendiagrammen van Burgervlotbrug (DU BURCK, 1959), van Waterland (ZWILLENBERG und HENDRIKS, 1954), Spaarnwoude (BENNEMA and PONS, 1957c) en uit de Noordoostpolder (MULLER en VAN RAADSHOOVEN, 1947; WIGGERS, 1955).

De verbreiding van de veensoorten in Noordholland.

In figuur 36 zijn de verschillende veensoorten in een gedeelte van Noordholland weergegeven en wel in dat deel, waar het grootste gedeelte van het veen intact is gebleven. Door BENNEMA werd in 1949 de ligging van de verschillende veensoorten in Noordholland reeds op een overzichtskaart aangegeven, terwijl deze auteur tevens de oorzaken van de verspreiding besprak.

Zoals uit figuur 36 blijkt, kunnen in het betreffende gebied enkele grote, oligotrofe veenkernen worden aangewezen. In midden-Noordholland strekte zich een zeer groot oligotroof veengebied uit van het IJ naar het noorden, dat de Zaanstreek en westelijk Waterland omvatte (fig. 31), benevens de Eilandspolder in het noorden en voorts de Wormer en het grootste deel van de Schermer, de Beemster en de Purmer. In het noorden grensde dit oligotrofe veengebied aan de hoge kleigronden van Westfriesland.

Een tweede groot oligotroof veengebied strekte zich uit ten zuiden van de lijn Haarlem-Amsterdam, ter plaatse van de huidige droogmakerijen de Haarlemmermeer, de Bovenkerkerpolder, de Noorder en Zuider Legmeer. Dit gebied omvatte tevens het grootste deel van de westelijke stadshelft van Amsterdam. In het zuiden werd dit gebied begrensd door de eutrofe veengordel langs de Oude Rijn.

Van de kleinere oligotrofe veenkernen lagen er twee in Waterland (één in het noordoosten en één rondom het Kinselmeer), één rondom de Watergraafsmeer, één tussen het Naardermeer en het IJsselmeer, één tussen het Naardermeer en het Horstermeer, één ten zuiden van het Horstermeer en één ter plaatse van de vroegere Ronde Venen en van Vinkeveen.

Het gebied van de Zeevang, de Zuidpolder en Beetskoog behoren slechts ten dele tot het grote oligotrofe veengebied van midden-Noordholland. In de genoemde delen is tijdens de veenvorming een ontwikkeling in mesotrofe richting opgetreden, waardoor daar de veenvorming is afgesloten met de groei van fijn zeggeveen of bladmosveen. Vermoedelijk heeft dit gedeelte vrij sterk onder invloed gestaan van het nabije open water dat in deze tijd in het Zuiderzeegebied reeds aanwezig was.

Ten noorden van de huidige Westfriesse zeedijk, dus in de Kop van Noordholland en in de Wieringermeer, bevond zich vermoedelijk eveneens een uitgestrekt oligotroof veengebied. Uit de Anna Paulownapolder en uit de Wieringerwaard zijn althans profielen bekend bestaande uit veenmosveen, waarop plaatselijk ook 'jong' veenmosveen voorkomt

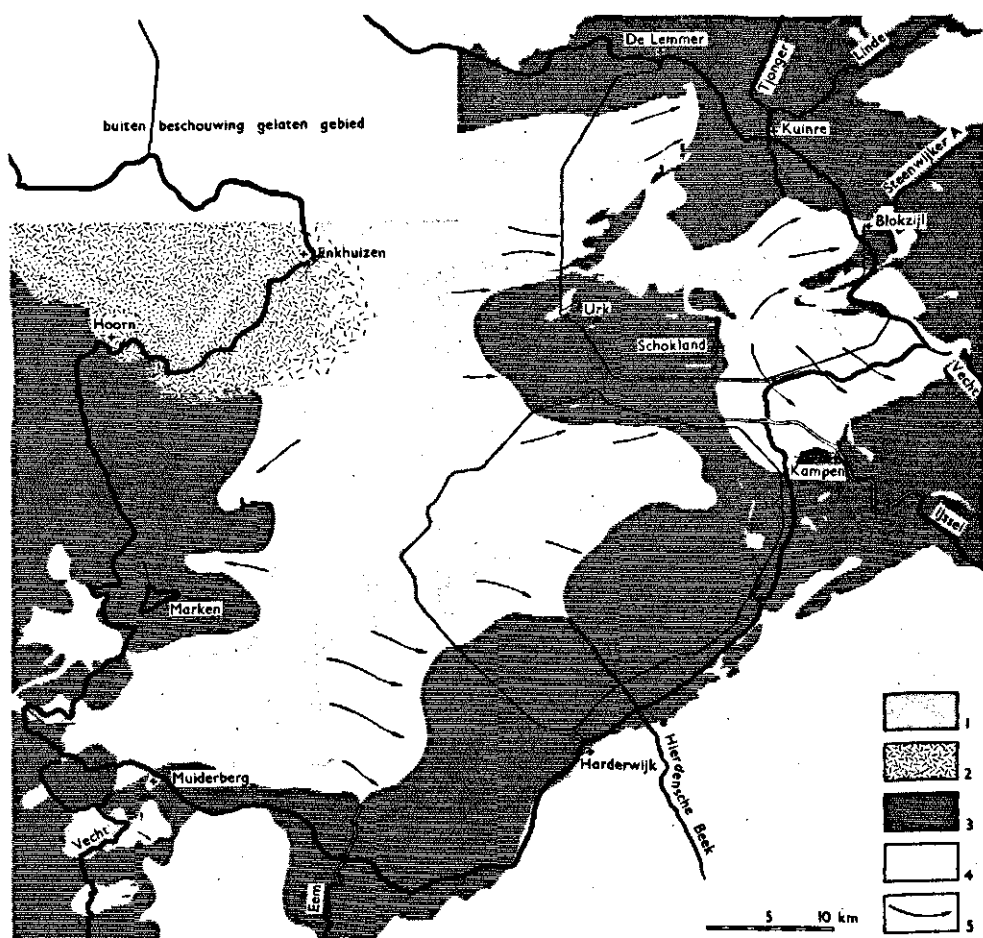


Fig. 37.

Het ontstaan van het meer Flevo.

The genesis of Lake Flevo.

1. Gebied met veel open water gevormd tijdens de sedimentatie van de Westfriese afzettingen II; de in Noordholland aangegeven meren zijn in een later stadium weer grotendeels verland

Areas with many lakes formed during the sedimentation of the Westfrisian II deposits; the lakes in the province of North-Holland have for the greater part reverted to their peaty land condition in a later stage

2. Kwelderlandschap met kreken, gevormd tijdens de sedimentatie van de Westfriese afzettingen II

Tidal marsh landscape with creeks, formed during the sedimentation of the Westfrisian II deposits

3. Veengebieden

Peat areas

4. Hogere zandgronden

High-lying sand deposits

5. Vorming van het meer Flevo tot het begin van onze jaartelling

Genesis of Lake Flevo up to the beginning of this era

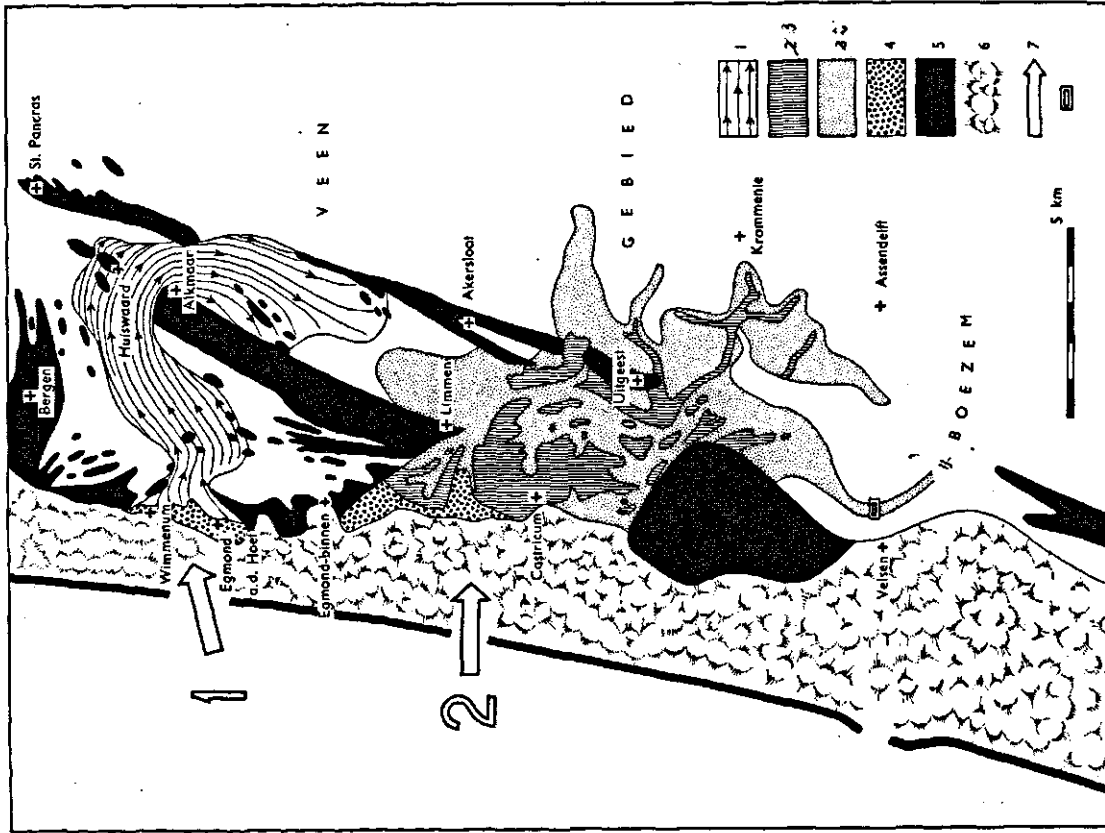


Fig. 38.
De subatlantische pre-Romeinse afzettingen
The Subatlantic pre-Roman deposits.

1. Pre-Romeinse afzettingen I met de voornaamste stroomrichtingen
Pre-Roman I deposits, with main directions of sedimentation
2. Pre-Romeinse afzettingen II; veelal kleiige facies en relatief laag gelegen
Pre-Roman II deposits; mainly clayey facies and relatively low-lying
3. Idem; zandige facies en relatief hoog gelegen
Ditto; sandy facies and relatively high-lying
4. Idem; relatief grofzandige facies, hoog gelegen
Ditto; relatively coarse-sand facies, high-lying
5. Oudere strandwallen en andere hooggelegen afzettingen
Older beach bars and other high-lying deposits
6. Jonge duinen
Young coastal dunes
7. Ligging van de zeegaten
Location of the channels
8. 14C-monster
14C-sample

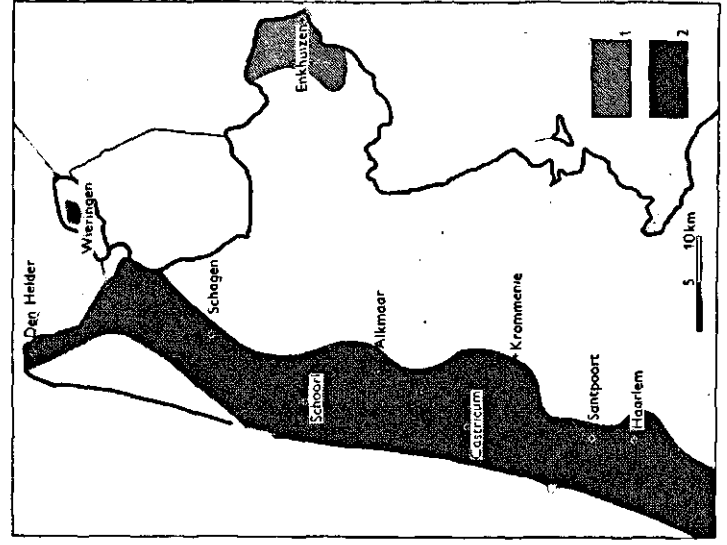


Fig. 39.
Schets van de ligging van oudheidkundige vondsten uit de vroege-Terpentijd en de Romeinse tijd
Schematic map showing the location of archaeological finds from the early-Terpen period and Roman period (terp = artificial mound)

1. Vondsten uit de vroege-Terpentijd
Finds from the early-Terpen period
2. Vondsten uit de vroege-Terpentijd en/of uit de Romeinse tijd
Finds from the early-Terpen period and/or from the Roman period

(DU BURCK, 1958, en i.v.). De grenzen van dit oligotrofe veengebied zijn echter onvoldoende bekend.

Vermoedelijk lag de oppervlakte van deze oligotrofe veengebieden in het midden iets hoger, zodat enkele veenstroompjes vanuit het centrum hun weg naar de rand zochten. Het oligotrofe veen bestaat hoofdzakelijk uit 'oud' veenmosveen met resten van *Sphagnum*, *Eriophorum* en *Ericaceae*. Op enkele plaatsen, vooral in de centra van de grote veenmoerassen, is op het 'oude' veenmosveen 'jong' veenmosveen aangetroffen, herkenbaar aan een lagere humificatiegraad, een lossere structuur, de soorten *Sphagnum imbricatum* en *S. papillosum*, het veelal ontbreken van heide, enz.. Dit 'jonge' veenmosveen is gevonden in de Zaanstreek, in westelijk Waterland, rondom het Kinselmeer, ten zuiden van het Horstermeer en op enkele andere plaatsen.

Aan de oostzijde van het noordelijke deel van Waterland vertoonde het oligotrofe veen in de tweede helft van het Subboreaal en in het Subatlanticum de neiging zich uit te breiden ten koste van het mesotrofe en eutrofe veen. Ook ten westen van Amsterdam is dit geconstateerd.

Daar, waar zijdelings wat voedselrijker water werd aangevoerd, vooral door kwel, ontstond een mesotroof milieu waarin *Carex*-soorten sterk overheersten, zodat dikke lagen zeggeveen ontstonden. Men vindt dit zeggeveen in stroken langs de hogere pleistocene zandgronden van het Gooi, tussen en dicht langs de strandwallen en in de Zeevang. In dit laatste gebied stond de veengroei, zoals reeds werd opgemerkt, onder invloed van het water in het meer Flevo.

In de Vechtstreek vindt men veel kleihoudend tot kleiarm bosveen langs de Vecht, de Amstel en hun zijarmen nabij Alcoude. In Waterland treft men langs enkele geulen, die dateren uit de tijd van de vorming van de Westfriesse afzettingen II, een meer mesotrofe vorm van bosveen aan, bekend als broekveen. Het bosveen gaat lateraal, meestal via een smalle gordel van mesotroof berken-elzenveen, over in oligotroof veen.

In het westen treft men een groot gebied aan, globaal aan de noord- en zuidzijde begrensd door de Schermer en de Haarlemmermeer, waar na de vorming van de Westfriesse afzettingen II geen volledige verzoeting van het milieu meer is ingetreden. Hier handhaafde zich gedurende het laatste deel van het Subboreaal de groei van rietveen. Bij latere inbraken in het begin van het Subatlanticum, werd in enkele gebieden met oligotroof of mesotroof veen een deel van het veenpakket aangetast, waarna zich rietveen vormde. Dit vond onder andere plaats nabij Uitgeest, nabij Haarlem, langs het Oer-IJ en in Waterland.

Op enkele plaatsen worden baggerafzettingen aangetroffen, gevormd in meren ontstaan bij de inbraak die sedimentatie van de Westfriesse afzettingen II tot gevolg had. De met bagger gevulde meren zijn soms gedeeltelijk (het Naardermeer) of geheel (het gebied rondom Aalsmeer) verland.

De veengroei in Westfriesland.

Op de Westfriesse afzettingen II treft men in Westfriesland geen veen van enige betekenis aan. Slechts op enkele plaatsen waar de oppervlakte zeer laag is gelegen (lijn van 2 m — N.A.P. in fig. 27) doordat de Westfriesse afzettingen dun en oorspronkelijk slap waren, zoals ten noorden van Grootebroek en langs de noordrand van Westfriesland, komen dunne veenlagen op de Westfriesse afzettingen II voor.

De vraag, of in dit gebied oorspronkelijk wel een veenlaag van enige betekenis aanwezig is geweest, is reeds enkele malen in de literatuur gesteld. Meer naar het westen, namelijk in Noord-Kennemerland (DE ROO, 1953) en het Geestmerambacht (DU BURCK, 1957) zijn slechts dunne veenlagen aangetroffen. In het Geestmerambacht komen deze

plaatselijk voor op meer kleiig ontwikkelde afzettingen, in Noord-Kennemerland ook op de zandige sedimenten, doch daar stond de veengroei onder invloed van het drangwater uit de nabij gelegen strandwallen.

T. EDELMAN (1958) meende de vroegere aanwezigheid van een veenlaag ook op het hooggelegen kleigebied van Westfriesland te kunnen bewijzen. Als een van zijn argumenten voerde hij aan de aanwezigheid van sterk gecompriëerde veenlagen onder oudere boerderijen en kerken. Deze veenlagen zijn ons bekend, doch de plaatsen liggen steeds buiten het verbreidingsgebied van de Westfriesse afzettingen II of juist aan de uiterste rand daarvan. Zo komt plaatselijk bij Berkhout onder oude boerderijen een 0.5 à 1.0 m dikke, oligotrofe tot mesotrofe veenlaag voor (fig. 36), doch hier bevindt men zich buiten het verbreidingsgebied van de bedoelde afzettingen. Ook de veenlaag onder de kerk van Aartswoud, gelegen aan de noordzijde van het dorp en juist aan de rand het verbreidingsgebied, vormt geen voldoende bewijs. Het bewijs van sterke veengroei ontleend aan de veronderstelde aanwezigheid in het veenland van de, met zijn oeverwallen omhoog groeiende rivier de Vidrus, is reeds eerder besproken. Gezien het patroon van de ruggen en de facies van de afzettingen kan van oeverwallen van een rivier in een veengebied in Westfriesland nu eenmaal geen sprake zijn. T. EDELMAN ontleende ook een bewijs aan een berekening van de oorspronkelijke hoogteligging van de zool van de grafheuvel te Oostwoud. In een volgend artikel hopen wij op dit argument nader in te gaan. Volstaan zij thans met de mededeling, dat deze grafheuvel niet ligt op de Westfriesse afzettingen II, doch op de Westfriesse afzettingen I, zodat hieruit ten aanzien van de veenontwikkeling op de Westfriesse afzettingen II geen conclusies mogen worden getrokken.

Ook de talrijke namen eindigend op -woud zijn naar onze mening allermint een bewijs voor de aanwezigheid van veen. Zij duiden uitsluitend op een min of meer ondoordringbare, moerassige struikvegetatie ten tijde van de Middeleeuwse ontginning. Deze vegetatie kan zowel op veen als op klei als op andere grondsoorten zijn gegroeid. (C. H. EDELMAN, 1954).

Naar onze mening is op het kleigebied van Westfriesland geen veen gevormd. Het ontbreken van jongere afzettingen moet deels worden toegeschreven aan de hoge ligging vóór de ontginning, doch vooral ook aan de grote afstand tot de gebieden vanwaar in latere tijd, vóór de bedijking, sediment werd aangevoerd. Het pikkleidek, afgezet in de laat-Romeinse en vroeg-Merovingische tijd, is een sediment gevormd in een zeer rustig milieu. Ook door DU BURCK, ENTE en PONS (1956) is aangenomen dat het gebied onbereikbaar lag voor dergelijke sedimentdekken.

De woudgrond, beschreven door EDELMAN en VAN LIERE (1949), moet worden beschouwd als een bodemprofiel dat is ontstaan onder grasland sinds de ontginning. Men kan namelijk aantonen, zoals ook door DU BURCK, ENTE en PONS (1956) is vermeld, dat het hierna te bespreken Rekeregors-kleidek nabij Schagen lateraal zeer geleidelijk overgaat in een laag zwart, organisch sediment. Slechts onder de oudere woonkernen is de zwarte laag in oorspronkelijke toestand terug te vinden. Vóór de ontginning was dus een profiel aanwezig bestaande uit de normale minerale ondergrond, overdekt door een dunne, zwarte laag organisch materiaal. Na de ontginning heeft door menselijke en dierlijke activiteit een intensieve menging plaats gevonden. De gronden met de dikke, donkere, humeuze bovengrond dragen de naam woudgrond onzes inziens dan ook ten onrechte.

Het ontstaan van het meer Flevo.

Hoewel het aanvankelijk in de bedoeling lag in de bijdragen over de holocene wor-

dingsgeschiedenis van Noordholland en het Zuiderzeegebied een grote plaats in te ruimen voor de behandeling van de ontwikkelingsstadia van de Zuiderzee, moet hiervan, gezien de reeds ontstane omvang van deze artikelen, worden afgezien. Slechts het ontstaan van het meer Flevo zal in het kort afzonderlijk worden behandeld. Vooraf mogen enkele opmerkingen worden gemaakt aangaande de in de literatuur voorkomende opvattingen omtrent het ontstaan van de Zuiderzee.

STEENHUIS (1922) gaf een overzicht van de literatuur over dit onderwerp van vóór 1922. Sedertdien verschenen nog enkele geschriften, waarin de vorming van de Zuiderzee meer of minder uitvoerig werd besproken en waarvan wij noemen: MOERMAN (1927), RAMAER (1928, 1930), DREHER (1929), BIJVANCK (1943), TESCH (1944), MODDERMAN (1945, 1947), VAN DEN BERGH (1949), HETTEMA (1951), VAN DER HEIDE (1955) en WIGGERS (1955).

Met uitzondering van DREHER, die ten onrechte meende het ontstaan van de Zuiderzee door tectonische oorzaken te kunnen verklaren, zijn de verschillende auteurs van mening dat de vorming van de Zuiderzee in wezen zijn oorzaak vindt in de relatieve zeespiegelrijzing en de afbraak van het veenland. Vrijwel alle auteurs houden zich slechts bezig met de problemen betreffende de vorm en afmetingen van de Zuiderzee tijdens of sedert het begin van onze jaartelling.

HETTEMA (1951) wijdt een geheel hoofdstuk aan „Het meer, het eiland en de rivier Flevo” en bespreekt hierin uitvoerig de opvattingen van de verschillende schrijvers. Over het algemeen is men het er thans wel over eens dat het door POMONIUS MELA (*De Chorographia*, III, 2, 24) genoemde Flevomeer gezocht moet worden in de zuidelijke kom van het IJsselmeer. Over de afmetingen van dit meer of merencomplex lopen de denkbelden vrij sterk uiteen. RAMAER heeft in 1913 en 1928 de mening verdedigd, dat het meer Flevo vrijwel dezelfde uitgestrektheid bezat als de Zuiderzee vóór de afsluiting, terwijl andere schrijvers (o.a. HETTEMA, 1951; MOERMAN, 1927) van mening waren dat sinds de Romeinse tijd, althans plaatselijk, een belangrijk landverlies en dus vergroting van het Flevomeer is opgetreden. De door HETTEMA (1951) getekende kaart van het meer Flevo toont echter aan dat ook volgens deze auteur het landverlies sedert het begin van onze jaartelling belangrijk kleiner is geweest dan men uit de kaart van TESCH (1944) zou kunnen afleiden. Op alle aangevoerde argumenten pro en contra een Flevomeer met een uitgestrektheid als de Zuiderzee in de twintigste eeuw, zal niet worden ingegaan, daar deze in hoofdzaak van historisch-geografische aard zijn.

Over de ligging van het eiland Flevo zijn de meningen niet minder verdeeld. HETTEMA (1951) gaf een overzicht van de verschillende opvattingen en concludeerde tenslotte dat zeer waarschijnlijk Urk met Schokland en Nagele tezamen het eiland Flevo vormden. WIGGERS (1955) toonde aan dat Urk en Schokland zeer waarschijnlijk omstreeks het begin van onze jaartelling één groot eiland vormden, door een breed water gescheiden van een klein eiland dat wellicht in de Middeleeuwen als Nagele werd aangeduid. Het lijkt ons zeer goed mogelijk, dat de Romeinen Urk en Schokland als het eiland Flevo hebben aangeduid, gezien de grootte van dit schiereiland en de hoge ligging van de keileemopduikingen.

Omtrent de ligging van de rivier Flevo lopen de opvattingen eveneens uiteen. Noch de onderzoeken in het noordelijke deel van het IJsselmeer, noch de kartering van de Wadden (DE GLOPPER en WIGGERS) hebben aanwijzingen opgeleverd omtrent de loop van de rivier Flevo.

Het geologische onderzoek in de Noordoostpolder, in Oostelijk Flevoland (WIGGERS, 1953; DE KONING en WIGGERS, 1955) en in de toekomstige polders de Markerwaard (WIGGERS, 1957) en Zuidelijk Flevoland heeft echter wel nieuw licht geworpen op het

eerste ontstaan van de Zuiderzee, terwijl van de Noordoostpolder een relatief gedetailleerd beeld van de verdeling van land en water omstreeks het begin van onze jaartelling kon worden gegeven (WIGGERS, 1955).

In het voorgaande is op pagina 5 reeds uiteengezet, dat vóór de sedimentatie van de Westfriese afzettingen de gehele of vrijwel de gehele Zuiderzee deel uitmaakte van het grote Hollandse veengebied. Wellicht reeds plaatselijk bij de sedimentatie van de Westfriese afzettingen I, doch zeker bij de vorming van de Westfriese afzettingen II ontstonden in dit veengebied meren. De juiste ligging hiervan is in het grootste deel van de Zuiderzee niet aan te geven. De gedetailleerde kartering van de Noordoostpolder stelde ons in staat de begrenzing van deze meren, evenals in het Vechtgebied en in Waterland door smalle geulen onderling verbonden, met vrij grote nauwkeurigheid aan te geven. Op de bodem van deze meren kwam, hetzij een kalkrijke minerale afzetting tot stand, hetzij een laag bagger of detritus-gyttja, vermengd met vele, zij het kleine doch vaak tweekleppige schelpen van de *Cardium edule*.

Bij de kartering van het overige deel van het IJsselmeer is plaatselijk eveneens de zogenaamde Cardiumklei of de detritus met *Cardium*-schelpen aangetroffen, beide behorend tot de Westfriese afzettingen II (fig. 27). Waar zuivere minerale afzettingen zijn gevonden is het zeker dat deze ten tijde van de vorming van de Westfriese afzettingen II zijn afgezet. Bij de bagger met schelpen van *Cardium edule* heeft men te rekenen met de mogelijkheid dat de bagger uit een iets latere tijd dateert; door afbraak van minerale Westfriese afzettingen II met *Cardium edule* kunnen deze schelpen, over enige afstand verplaatst, in een later stadium zijn afgezet. Gezien het feit dat de schelpen vrijwel steeds tweekleppig zijn, lijkt het ons uitgesloten dat deze over een afstand van enige betekenis zijn verplaatst. Hieruit volgt dus dat uit de verbreiding van de kleiige en baggerachtige afzettingen de ligging van de bij de inbraak van de Westfriese afzettingen II gevormde meren kan worden afgeleid. Gezien het beeld van de, door smalle geulen onderling verbonden meren in Waterland, de Vechtstreek en de Noordoostpolder is op grond van de beschikbare gegevens geen nauwkeurige reconstructie van de ligging van het open water in de zuidelijke kom van het IJsselmeer mogelijk. Wanneer men echter de verbreiding van de genoemde afzettingen overziet (fig. 27) blijkt wel, dat reeds omstreeks 1250 v. Chr., dus ten tijde van de beëindiging van de vorming van de Westfriese afzettingen II, veel open water in het Zuiderzeegebied was ontstaan. Alles wijst er ook op dat de beide verbreidingsgebieden in het Zuiderzeegebied met elkaar in verbinding hebben gestaan.

Door WIGGERS (1955) werd de afbraak van het veenlandschap tussen de vorming van de Cardiumklei en het begin van onze jaartelling in de Noordoostpolder in een figuur weergegeven. De begrenzing van het open water omstreeks het begin van onze jaartelling kon hierbij met vrij grote nauwkeurigheid worden afgeleid uit het voorkomen van de jonge detritus-gyttja. Een zo gedetailleerd beeld is nog niet van de gehele Zuiderzee te geven, doch in figuur 37 is een poging gedaan om op grond van de beschikbare gegevens het ontstaan van het meer Flevo tussen 1250 v. Chr. en het begin van onze jaartelling aan te geven.

DE SUBATLANTISCHE PRE-ROMEINSE AFZETTINGEN

Inleiding.

Op vele plaatsen, zowel in Nederland als daarbuiten, komen langs de kust van de Noordzee subatlantische afzettingen voor die gedateerd kunnen worden vóór het begin van onze jaartelling. Het begin van het Subatlanticum kan volgens VAN ZEIST (1955b) wellicht reeds op omstreeks 800 v. Chr. worden gesteld, welk begin zich in de pollen-diagrammen aftekent door een duidelijke toeneming van *Fagus*.

BENNEMA (1954) vermoedde, dat zich in de periode van ongeveer 800 v. Chr. tot omstreeks het begin van onze jaartelling tweemaal een sterke mariene invloed heeft doen gelden. De eerste transgressiefase plaatste hij omstreeks 600 v. Chr. (althans tussen 750 en 500 v. Chr.), de tweede tussen ongeveer 200 v. Chr. en het begin van onze jaartelling. De door BENNEMA voor de eerstgenoemde transgressiefase aangevoerde argumenten zijn niet steekhoudend gebleken; de door hem genoemde afzettingen moeten of tot de Westfriese afzettingen II of tot de sedimenten van de tweede pre-Romeinse transgressiefase worden gerekend. Ook thans is wellicht nog slechts één afzetting uit de tijd tussen ongeveer 900 en 400 v. Chr. bekend en wel uit het oostelijke deel van de provincie Groningen (DE SMET en GIJZEN, i.v.). In Friesland zijn nog geen duidelijke aanwijzingen gevonden voor de aanwezigheid van afzettingen uit de genoemde periode.

Mogelijk zijn in Noordholland afzettingen uit de periode tussen 900 en 400 v. Chr. wel aanwezig. Dit betreft dan de reeds door DE ROO (1949, 1953) gedeeltelijk gelocaliseerde afzettingen in de Egmondermeerpolder en omgeving, welke sedimenten aangeduid als Egmondermeer-afzettingen, in het onderstaande nader zullen worden besproken.

Na de vrij onbelangrijke eerste pre-Romeinse transgressiefase, deed de zee zich enkele eeuwen later langs de gehele kust van de Noordzee zeer sterk gelden. Deze fase die omstreeks 300 v. Chr. aanving en omstreeks het begin van onze jaartelling was geëindigd, wordt door ons als de tweede subatlantische pre-Romeinse transgressie aangeduid. Op vele plaatsen zijn de sedimenten uit deze periode aangetroffen. Zonder naar volledigheid te streven kunnen worden genoemd de sedimenten nabij Veurne (MOORMANN, 1951), langs het Zwin (AMERYCKX, 1953), in westelijk Zeeuws-Vlaanderen (OVAA, 1958), op Walcheren (BENNEMA en VAN DER MEER, 1952), op Zuid-Beveland (DE BAKKER, 1950), op Schouwen en Tholen (KUIPERS, 1948), in het Westland (VAN LIERE, 1948, 1950; MODDERMAN, 1952), in het mondingsgebied van de Oude Rijn (VAN DER MEER, 1952), in Friesland (BAKKER, 1948, 1954, 1958a, 1958b; VEENENBOS, 1949, 1952; CNOSSEN, 1958), in Groningen (WIGGERS, 1950; DE SMET en VLEESHOUWER, 1956) en in Duitsland (HAARNAGEL, 1950; DITTMER, 1952; DECHEND, 1956).

Door EDELMAN (1953), PANNEKOEK (1956) en BAKKER (1958a, 1958b) zijn samenvattende beschouwingen over de genoemde pre-Romeinse afzettingen gegeven. TAVERNIER en MOORMANN (1954) gaven een overzicht van de betreffende sedimenten in België, welke aldaar worden aangeduid als Duinkerken I afzettingen. DECHEND (1956) gaf aan de pre-Romeinse afzettingen in Duitsland de naam *U2-Decke*, het jongste deel van het *Unteres Jung-Holozän* vormend.

In Noordholland moeten tot de tweede pre-Romeinse afzettingen worden gerekend de stroomwalafzettingen van Castricum (DE ROO, 1949, 1953), de door BENNEMA and PONS (1957c) beschreven Velsen III afzettingen (*younger tidal flat series* volgens VAN STRAATEN, 1957) in de tunnelput te Velsen en de door GÜRAY (1952) genoemde afzettingen in de geulen van het Oer-IJ. Vermoedelijk ontbreken elders in Noordholland deze pre-Romeinse afzettingen geheel.

De pre-Romeinse afzettingen I.

DE ROO (1949) gaf in een figuur een aantal plaatsen aan waar de zee in de strandwallenkust van Noordholland kleine doorbraken veroorzaakte, waarbij in de strandvlakten het veen geheel of grotendeels werd opgeruimd en sedimenten tot afzetting kwamen. Een van deze doorbraken vond plaats nabij Egmond aan den Hoef (fig. 38). In de meest westelijke strandvlakte werd het relatief grove zand gedeeltelijk opgeruimd,

waarna zeer lichte, fijnzandige zavel in een brede, iets hoger liggende strook werd afgezet. Deze strook loopt in hoofdzaak door het drooggemaakte Egmondermeer en door de oostelijke helft van de Bergermeerpolder. De sedimenten zijn ook in de oostelijke strandvlakte doorgedrongen. Ze liggen aldaar, o.a. in de Boekelermeerpolder, aan de oppervlakte en nabij Alkmaar onder het pikkleidek. Vermoedelijk komen ze ook in het zuiden van het Geestmerambacht voor; de beschrijving van DU BURCK (1957) is in dit opzicht niet erg duidelijk. De kleilaag welke namelijk tussen Huiswaard en St. Pancras onder het pikkleidek voorkomt, — daarvan en van de ondergrond gescheiden door een vegetatielaag —, behoort onzes inziens waarschijnlijk ook tot de pre-Romeinse afzettingen I.

De pre-Romeinse afzettingen I bestaan uit fijnzandige, kalkrijke, lichte zavel, naar beneden overgaand in kleiig, fijn zand. De zavelaag is in de oostelijke strandvlakte veelal iets zwaarder en iets dikker (± 60 cm). In het zuiden van de Boekelermeer, aan de zuidrand van het verbreidingsgebied, wordt de zavelaag nog zwaarder en bereikte plaatselijk een dikte van meer dan 1 m. De vrij fijne zandafzettingen nabij Egmond aan den Hoef, van oorsprong eveneens kalkrijk, door DE ROO als strandwallen beschreven, reiken tot even boven N.A.P.. De bovenzijde van de zavelige afzettingen ligt in de Egmondermeerpolder op maximaal 1.2 m — N.A.P., in de Boekelermeerpolder op ongeveer 1.5 m — N.A.P.. Het is waarschijnlijk, dat in beide gebieden nog enige erosie is opgetreden, zodat de oorspronkelijke hoogteligging op respectievelijk 1.0 en 1.3 m — N.A.P. kan worden gesteld. Het bovenste vegetatielaagje ligt in het Geestmerambacht eveneens op ongeveer 1.3 m — N.A.P. (DU BURCK, 1957).

De ouderdom van de bovengenoemde pre-Romeinse afzettingen staat nog niet vast. Zoals reeds is opgemerkt, beschouwen wij de Egmondermeer-afzettingen als ouder dan de pre-Romeinse afzettingen uit de omgeving van Castricum. De datering van de Egmondermeer-afzettingen berust op de volgende gegevens. Zoals DE ROO in een profiel aantoonde, wiggen de kalkrijke, fijnzandige afzettingen in de Bergermeerpolder uit over de grove, kalkloze zanden behorende tot de Westfriese afzettingen II. Ook in het Geestmerambacht zijn de betreffende sedimenten jonger dan de oudere kwelder, welke door ons tot de Westfriese afzettingen II is gerekend. De afzettingen lijken daarentegen ouder dan de pre-Romeinse afzettingen nabij Castricum. In de oostelijke strandvlakte liggen de in het noorden voorkomende Egmondermeer-afzettingen op het gedeeltelijk geërodeerde zand van de strandvlakte. Het veen, dat ten zuiden van het verbreidingsgebied van de zavelige afzettingen niet werd aangetast, breidde zich later weer in een dunne laag over de afzettingen uit. In het zuidelijke deel van de oostelijke strandvlakte liggen de afzettingen van de pre-Romeinse afzettingen II in een dunne laag op het strandvlakteveen. In verband hiermede zouden wij de genoemde afzettingen, liggend achter de inbraak van Egmond aan den Hoef, voorlopig willen dateren tussen 1200 en 300 v. Chr.. Naar analogie van de datering van DE SMET en GIJZEN van afzettingen in het oostelijke deel van Groningen zouden de Egmondermeer-afzettingen wellicht nader kunnen worden gedateerd tussen 900 en 400 v. Chr. en als pre-Romeinse afzettingen I kunnen worden beschouwd.

De pre-Romeinse afzettingen II (fig. 38).

Afzettingen uit de tweede pre-Romeinse transgressiefase, welke plaatsvond tussen ongeveer 300 v. Chr. en het begin van onze jaartelling, komen in Noordholland slechts voor nabij Castricum, Velsen en in het IJ. Ze zijn beschreven door VON FRIJTAG DRABBE (1948), DE ROO (1949, 1953), GÜRAY (1952), BENNEMA (1954), PONS en KLOOSTERHUIS (1955), BENNEMA and PONS (1957c) en VAN STRAATEN (1957).

VON FRIJTAG DRABBE (1948) herkende op luchtfoto's in het stroomwallenlandschap van Castricum de sporen van een grote doorbraak van de strandwallenkust, waarbij grote hoeveelheden zand in banen naar binnen werden geworpen.

DE ROO (1949, 1953) beschreef dit stroomwallenlandschap nabij Castricum uitvoerig. Volgens deze auteur drong de zee enige tijd vóór het begin van onze jaartelling bij Castricum naar binnen, ruimde een deel van de strandwallen, de oudere afzettingen en het veen op en deponeerde in plaats daarvan zandige en zavelige sedimenten. De hogere zandbanken en zandplaten duidde DE ROO aan als stroomwallen, waartussen brede, ondiepe en gedeeltelijk met zandige tot kleiige sedimenten opgevulde geulen voorkomen.

De stroomwallen bestaan meestal uit vrij grof zand met een weinig kleihoudende bovengrond. Naar het oosten bevatten de zandbanken primair wat meer klei. De sedimenten in dit gebied vertonen de facies van wadafzettingen. Het algemene beeld is echter sterk verstoord door de post-Romeinse erosie en sedimentatie.

Het veenlandschap ten oosten van de strandwallen en het veen in de strandvlakten ten noorden van de lijn Limmen-Dorreegeest zijn bij de inbraak van de zee slechts gedeeltelijk aangetast. Men vindt hier een kwelderlandschap met veelal slechts smalle oeverwallen langs de krekken en een dunne kleibedekking van het veen. De oorspronkelijke bovenzijde van de pre-Romeinse sedimenten is plaatselijk gemarkeerd door een vegetatiehorizont, waarop op vele plaatsen aardewerk uit de Romeinse tijd is aangetroffen. De bovenzijde van de stroomwalafzettingen ligt nabij Castricum op ongeveer 0.5 m — N.A.P.. De bovenzijde van de oeverwallen ligt volgens DE ROO nabij Krommenie op ongeveer 0.95 m — N.A.P.. BENNEMA (1954) nam als hoogteligging 0.6 m — N.A.P. aan en veronderstelde dat vóór de inklinking de bovenzijde wel tot 0.4 m — N.A.P. zal hebben gereikt, hetgeen wij aan de hoge kant achten.

In figuur 38 is de verbreiding van de pre-Romeinse afzettingen II aangegeven. Bij de inbraak is ook de strandwal van Boekel-Uitgeest ten noorden en ten zuiden van de laatstgenoemde plaats doorbroken. Ten oosten van Uitgeest komen de afzettingen als oeverwallen langs krekken en als een kleilaag in het veen voor tot dichtbij Krommenie en Assendelft (PONS en KLOOSTERHUIS, 1955).

Een belangrijke geul verliep in zuidelijke richting en is aangetroffen in de tunnelput te Velsen. BENNEMA and PONS (1957c) beschreven de betreffende afzettingen in de tunnelput als Velsen III afzettingen, VAN STRAATEN (1957) als *Younger tidal flat series*. De tunnelput was voor een groot gedeelte gegraven in de Velsen III afzettingen, welke ter plaatse voorkomen als de opvulling van een brede, ongeveer 11 m diepe geul, ingesneden in de Westfriese afzettingen II (Velsen II afzettingen; *Older tidal flat series*). Het diepere gedeelte van de geulopvulling (van ca 15 m tot ca 8 m — N.A.P.) bestaat uit grof zand, gesedimenteerd in een zout milieu. Naar boven (tussen ongeveer 7.5 en 4.5 m — N.A.P.) wordt het zand, afgezet in een brak milieu, fijner. De geul is bovenin opgevuld met kleiige, hoge wadafzettingen; kwelderafzettingen zijn ook hier niet aangetroffen, waaruit kan worden afgeleid, dat het zeegat weer was gesloten vóór deze tot ontwikkeling konden komen. Er bleef zelfs open water over, deel uitmakend van het westelijke gedeelte van de IJ-boezem.

De waarnemingen van GÜRAY sluiten zich hierbij geheel aan. De kronkelende geul in het veenland, gevormd vóór 1250 v. Chr. is later geheel met veenslik opgevuld en wel vermoedelijk tijdens de tweede pre-Romeinse fase, toen het Oer-IJ in verbinding stond met het zeegat bij Castricum (BENNEMA and PONS, 1957c).

De bovenzijde van de Velsen III afzettingen of de *Younger tidal flat series* bevindt zich in de tunnelput op ongeveer 3.25 m — N.A.P.. Rekening houdend met enige inklinking, kan de oorspronkelijke hoogteligging worden gesteld op ongeveer 3 m — N.A.P..

De dikte van de sedimenten loopt sterk uiteen. In de tunnelput bedroeg de maximale dikte ongeveer 12 m. Ook bij Castricum zal het pakket een grote dikte vertonen. Elders komen echter zeer dunne kleilagen in het veen voor. Door de diepe ligging van de oppervlakte van het Pleistocene is het pleistocene zand bij Castricum niet geërodeerd. In de tunnelput te Velsen was dit plaatselijk wel het geval (PONS, 1959).

Het begin van de sedimentatie van de pre-Romeinse afzettingen II nabij Castricum is niet nauwkeurig te dateren. In andere delen van ons land wordt het begin van de transgressiefase veelal omstreeks 300 v. Chr. geplaatst. In de tunnelput te Velsen zijn drie ^{14}C -monsters van gesloten schelpen genomen door VAN STRAATEN. Op diepten van respectievelijk 6.5 m — N.A.P. (kleine exemplaren van *Cardium edule*), 4.2 m — N.A.P. (*Scrobicularia plana*) en 3.25 m — N.A.P. (*Scrobicularia plana*) bedroeg de ouderdom van de schelpen 2420 ± 160 , 2305 ± 160 en 2195 ± 75 jaar, hetgeen betekent, dat deze schelpen werden gevormd omstreeks 465, 350 en 240 v. Chr.. Een potje, gevonden in de geul op een diepte van 5.3 m — N.A.P., werd door MODDERMAN (1957) gedateerd tussen 500 v. Chr. en 100 v. Chr..

Het einde van de sedimentatie in de omgeving van Castricum moet, gezien het voorkomen van veel aardewerk op deze sedimenten uit de periode tussen het begin van onze jaartelling en ongeveer 250 n. Chr., reeds op omstreeks het begin van onze jaartelling worden gesteld.

Voorlopig zouden wij ons willen aansluiten bij de mening van DE ROO (1953), dat de sedimentatie van de bedoelde afzettingen nabij Castricum plaatsvond tussen ongeveer 300 v. Chr. en het begin van onze jaartelling.

De bewoning in Noordholland gedurende de vroege Terpentijd en de Romeinse tijd.

In de loop der jaren is in Noordholland zeer veel archeologisch materiaal verzameld, wijzend op bewoning van bepaalde gedeelten van dit gebied gedurende enige eeuwen vóór en enige eeuwen na het begin van onze jaartelling. Door MODDERMAN² werd een kaart samengesteld, aangevende de ligging van de vondsten daterend uit de genoemde periode. Figuur 39 geeft een zeer sterk vereenvoudigd beeld van de verbreiding van de vondsten uit de vroege Terpentijd en de Romeinse tijd.

Op de kaart is onderscheid gemaakt tussen de vindplaatsen van materiaal uitsluitend uit de vroege Terpentijd (tussen ongeveer 450 v. Chr. en het begin van onze jaartelling) en vindplaatsen van materiaal uit de gehele periode, welke globaal te dateren valt tussen 450 v. Chr. en 250 n. Chr..

In het gebied nabij Enkhuizen treft men uitsluitend schervenmateriaal uit de vroege Terpentijd aan, gebonden aan het voorkomen van door donkere grond gemarkeerde woonplaatsen (DU BURCK en ENTE, 1954; ENTE, i.v.). Wellicht behoren hiertoe ook de grafheuvels beschreven door J. A. BAKKER (1959) en de vuurstenen sikkels, waarvan de vindplaatsen door WIESE (1956) grotendeels zijn aangegeven. Op grond van een mondelinge mededeling van VAN REGTEREN ALTENA mag men de gevonden voorwerpen wellicht beschouwen als behorend tot één cultuur. Naar de mening van MODDERMAN (mondelinge mededeling) kan deze cultuur nog niet nauwkeuriger dan tussen 450 v. Chr. en het begin van onze jaartelling worden gedateerd.

De Terpentijdcultuur met vuurstenen sikkels kan in Westfriesland naar onze mening waarschijnlijk nog iets scherper worden gedateerd. In Friesland zijn als oudste, toevallige terpvondsten vuurstenen sikkels en scherven van het daarbij behorende aardewerk gevonden (HALBERTSMA, 1958a, 1958b). Deze vondsten zijn beperkt tot een bepaald gedeelte van Westergo. HALBERTSMA vermeldde ook de resultaten van een onderzoek van HAARNAGEL (1957), die aan de oever van de Eems onder een

² De auteurs zijn Dr MODDERMAN ten zeerste erkentelijk voor het ter beschikking stellen van de genoemde kaart en voor het kritisch doornemen van het manuscript van deze paragraaf.

ongeveer 70 cm dikke kleilaag een cultuurlaag aantrof, met onder andere vuurstenen sikkels en hetzelfde aardewerk als in Westergo is gevonden. De laag dateert volgens HAARNAGEL uit de 7e en 6e eeuw v. Chr..

De situatie in Westergo lijkt in verschillende opzichten veel op die langs de Eems. VEENENBOS (1949) en CNOSSEN (1958) beschreven het voorkomen in Westergo van de zogenaamde 'stugge laag', een ongeveer 20 cm dikke kleilaag, afgezet tijdens de tweede pre-Romeinse transgressiefase (ca 300 v. Chr. tot ca 0). Deze kleilaag is door dunne vegetatiehorizonten zowel gescheiden van de onderliggende oudere kwelder als van de bovenliggende knipklei. De tot nu toe goed onderzochte terpen en oude woonplaatsen liggen steeds op deze 'stugge laag' en bevatten slechts aardewerk uit de Romeinse tijd of uit de laatste eeuw vóór de Romeinse tijd. HALBERTSMA (1958b) verwacht dat de oudere cultuurlagen op de oudere kwelder zullen liggen.

In Westfriesland liggen de genoemde vondsten uit de vroege Terpentijd op de Westfriese afzettingen II, een sediment even oud als of ouder dan de oudere kwelder in Westergo. Vondsten uit deze periode komen in Westfriesland uitsluitend in het oosten voor, ondanks het feit dat de sedimenten in het westelijker gelegen gedeelte hoger liggen. De gunstige vondstomstandigheden in het gebied nabij Enkhuizen kunnen, zoals ook WIESE (1956) meent, weinig invloed hebben uitgeoefend op het huidige verbreidingsbeeld van de vuurstenen sikkels. De bewoning in oostelijk Westfriesland was naar onze mening in de vroege Terpentijd op een kwelder zonder ophoging slechts mogelijk in een periode met geringe activiteit van de zee. Ook voor Westergo wordt dit door HALBERTSMA aangenomen. Het lijkt ons derhalve zeer waarschijnlijk dat de bewoning in Westfriesland gedurende de vroege Terpentijd is beperkt geweest tot de 5e en 4e eeuw v. Chr., in de betrekkelijk rustige periode tussen de eerste pre-Romeinse transgressiefase (globaal gedateerd tussen 900 en 400 v. Chr.) en de tweede pre-Romeinse fase (tussen 300 v. Chr. en het begin van onze jaartelling). In het relatief laagliggende kwelergebied in het oosten van Westfriesland was het voor bewoning in deze periode noodzakelijk dat het gebied behoorlijk was ontwaterd. Mogelijk werd deze ontwatering gunstig beïnvloed door de nabijheid van de verbinding tussen het meer Flevo en de Waddenzee of Noordzee³.

Terwijl het middenstuk van Westfriesland samen met de noordelijk en zuidelijk gelegen veengebieden tussen 450 v. Chr. en 250 n. Chr. één groot, ontoegankelijk moerasgebied vormde, vond in deze periode in het westen en noorden van Noordholland bewoning op diverse afzettingen plaats. De oudste bewoning uit deze periode en vergelijkbaar met die uit het oostelijke deel van Westfriesland, is op de strandwallen gelocaliseerd. Op deze strandwallen en strandwalachtige afzettingen, die door hun hoge ligging een uitstekende woonplaats boden, zijn behalve aardewerkresten uit de vroege Terpentijd ook vuurstenen sikkels gevonden. Op de hogere gronden is de bewoning tot in de Romeinse tijd doorgegaan, terwijl deze zich in die tijd vermoedelijk nog sterk heeft uitgebreid. Vondsten uit de gehele periode tussen 450 v. Chr. en 250 n. Chr. zijn gemeld van de volgende plaatsen op de strandwallen: Santpoort, Spaarnwoude, Velsen, Beverwijk, Limmen, Alkmaar, Uitgeest, St. Pancras, Schoorl en Edmond. Ook onder de duinen zijn plaatselijk vindplaatsen bekend, zoals bij Schoorl. Vermoedelijk bevinden zich ook nog vele woonplaatsen op de oude strandvlakten onder de jonge duinen.

Nabij Castricum en ten zuiden en zuidoosten van Uitgeest zijn aanwijzingen gevonden voor bewoning van de pre-Romeinse afzettingen II in de Romeinse tijd. Men woonde toen zelfs in het destijds blijkbaar vrij goed ontwaterde veengebied nabij Krommenie en Marken-binnen (ten noorden van Wormerveer).

Een tweede groep vondsten met hoofdzakelijk materiaal uit de Romeinse tijd treft men aan in het uiterste noorden van Kennemerland-Noord, het Geestmerambacht en rondom Schagen. Hier woonde men tussen ongeveer het begin van onze jaartelling en

³ Na het ter perse gaan van het manuscript bereikte ons een artikel van WATERBOLK (1959), getiteld: *Nieuwe gegevens over de herkomst van de oudste bewoners der kleistreken* (Akademiedagen XI, pp. 16-37). Deze auteur neemt, in tegenstelling tot HALBERTSMA, sedert ongeveer 500 v. Chr. een continue bewoning o.a. van Westergo aan, waarbij de oudste terpencultuur is gekarakteriseerd door vuurstenen sikkels en (onversierd) aardewerk van het Nienburger en Harpstedter type. De datering van het begin van de bewoning is in goede overeenstemming met hetgeen door ons over Westfriesland is opgemerkt, waarbij moet worden aangenomen dat in Westfriesland de bewoners omstreeks 300 v. Chr. het gebied hebben moeten ontruimen.

250 n. Chr. op de 'oudere kwelder' (DU BURCK, 1957), dus op de Westfrieze afzettingen II. In dit gebied moet destijds reeds een voorloper van de Zijpe aanwezig zijn geweest, daar anders zo ver naar binnen van bewoning geen sprake kon zijn geweest. Het gebied moet door eb- en vloedbeweging enige ontwatering hebben gekend. Zowel bij Castricum als in het laatstgenoemde gebied vond de bewoning plaats op een oorspronkelijk niveau van 0.7 à 0.4 m — N.A.P..

Voorts woonde men in de Romeinse tijd ook op het veen in de Anna Paulownapolder en nabij Den Helder (VAN DER HEIDE, 1956). Ook hier moet ontwatering door geulen hebben plaats gevonden, temeer daar DU BURCK (1958) constateerde, dat in deze oligotrofe veengebieden zelfs 'jong' veenmosveen is aangetroffen. Zonder ontwatering zou bewoning aldaar niet mogelijk zijn geweest, ook al zij toegegeven dat de vindplaatsen in de Anna Paulownapolder juist liggen in die gedeelten, waar de Westfrieze afzettingen I relatief hoog zijn gelegen. Ook hier moet de ontwatering wellicht worden toegeschreven aan een voorloper van de Zijpe, die in de polders Zijpe, Koegras en Anna Paulowna aanwezig kan zijn geweest.

Samenvattend kan worden opgemerkt dat in de Romeinse tijd die gebieden bewoond waren, welke een voldoende hoogteligging vertoonden (hoger dan 0.7 à 0.4 m — N.A.P.), waarbij de laagste plaatsen moeten hebben geprofiteerd van een goede ontwatering door geulen, welke enige eb- en vloedbeweging vertoonden.

DE LAAT-ROMEINSE EN VROEG-MEROVINGISCHE AFZETTINGEN

Inleiding.

Alvorens de gegevens uit de literatuur en de eigen waarnemingen omtrent de laat-Romeinse en vroeg-Merovingische afzettingen in Noordholland te bespreken, is het gewenst nader in te gaan op de datering en benaming van de diverse transgressiefasen en afzettingen langs de kust van Nederland en de aangrenzende gebieden, welke plaatsvonden na het begin van onze jaartelling.

TAVERNIER en MOORMANN (1954) gaven een overzicht van de transgressiefasen in België. Na het begin van onze jaartelling onderscheidden zij een Duinkerken II transgressiefase, welke aanving korte tijd vóór 300 n. Chr. en eindigde omstreeks het midden van de 7e eeuw. De datering van het einde van de transgressiefase is wat onzeker, daar de bewoning op de afzettingen eerst omstreeks 750 n. Chr. plaatsvond. Voorts onderscheidden zij een Duinkerken III transgressiefase, beginnend omstreeks 900 n. Chr. en doorgaand tot omstreeks 1100 n. Chr.. Het begin van de bedijking valt naar de mening van deze auteurs omstreeks 1000 n. Chr., dus in het midden van deze transgressiefase.

BENNEMA (1954) vatte de gegevens uit Zeeland samen (BENNEMA en VAN DER MEER, 1952, Walcheren; DE BAKKER, 1950, Zuid-Beveland; KUIPERS, 1948, Schouwen en Tholen). Hij kwam tot de conclusie dat de zogenaamde laat-Romeinse tot vroeg-Middeleeuwse transgressiefase (EDELMAAN, 1953) begonnen is omstreeks het einde van de 3e eeuw na Chr.. Over het einde van deze fase heerst ook in Zeeland enige onzekerheid, doch omstreeks 500 à 600 n. Chr. werden de sedimenten plaatselijk bewoond, het eerst langs de mondingen van de kreken, later ook meer landinwaarts, zodat het einde van de sedimentatie in Zeeland wel op omstreeks 600 n. Chr. kan worden gesteld. Omstreeks 850 n. Chr. won, volgens BENNEMA, in Zeeland de zee weer op het land. Deze post-Karolingische transgressiefase eindigde hier volgens BENNEMA omstreeks 1000 n. Chr.. Ook in Zeeland is men vermoedelijk omstreeks deze tijd tot bedijking van de oude kernen overgegaan, zodat deze transgressiefase nog wel iets later kan zijn eindigd.

In Zuidholland zijn de transgressieverschijnselen beschreven door VAN LIERE (1948,

1950) uit het Westland en door VAN DER MEER (1952) uit het mondingsgebied van de Oude Rijn. In het Westland werd, volgens de eerste auteur, het Westlanddek afgezet na de tweede helft van de derde eeuw. Het einde van de afzetting wordt op omstreeks 900 n. Chr. gedateerd, hoewel nauwkeurige gegevens daarvoor ontbraken. VAN DER MEER vermeldde een transgressie welke plaatsvond tussen 250 en 600 n. Chr.. In de Merovingische en Karolingische tijd woonde men op de kort daarvoor gevormde afzettingen. Omstreeks 850 n. Chr. traden nieuwe overstromingen op, waarbij op de oeverwallen van de Oude Rijn nog wat zavel werd afgezet. Al spoedig daarna verzandde de Rijnmond als gevolg van de vorming van de jonge duinen.

In Noordholland is door DU BURCK (1949, 1957) en door DE ROO (1949, 1953) zowel in het Geestmerambacht als in Kennemerland en bij Castricum geconstateerd, dat na 200 à 250 n. Chr. opnieuw mariene sedimenten werden afgezet. Bij Castricum woonde men in Merovingische tijd op deze sedimenten (intern rapport MODDERMAN), zodat de Castricum II afzettingen van DE ROO (1953) moeten worden gedateerd tussen ongeveer 250 en 550 n. Chr.. In het Geestmerambacht is op vele plaatsen Karolingisch schervenmateriaal aangetroffen (BRAAT, 1947; WIESE, 1956), zodat de pikklei en Rekere-afzettingen aldaar moeten zijn afgezet tussen ongeveer 250 en 750 n. Chr.. Zowel DU BURCK als DE ROO maken melding van uitgebreide overstromingen omstreeks 900 à 1000 n. Chr., waarbij de pikklei en de Rekere-afzettingen gedeeltelijk werden geroodeerd. In Kennemerland kwam hieraan een einde door de aanleg van de eerste dijken in de 11e eeuw. Ook in het noorden van Noordholland werden in deze tijd dijken aangelegd. Tot ongeveer 1200 n. Chr. woonde men hier blijkbaar weer betrekkelijk rustig. Na 1200 trad de zee echter sterk aanvallend op, zodat men veel land moest prijsgeven (BRAAT, 1947; DU BURCK, 1958). De afzettingen uit deze laat-Middeleeuwse overstromingsperiode, welke van ongeveer 1200 tot in de 16e eeuw duurde, treft men over een groot areaal in de Kop van Noordholland aan. In de daarop volgende tijd werd veel land bedijkt en drooggemaakt, hetgeen wijst op een betrekkelijk rustige tijd.

BAKKER (1958) en CNOSSEN (1958) vatten de gegevens uit Friesland samen. CNOSSEN onderscheidde een transgressieperiode, welke aanvang omstreeks 300 n. Chr. en waarin de knipklei werd afgezet. Het einde valt niet nauwkeurig aan te geven. In ieder geval woonde men in de Karolingische tijd op deze afzettingen, welke dus moeten zijn gevormd vóór 750 à 800 n. Chr.. Omstreeks 900 n. Chr. zette opnieuw een transgressiefase in, waarbij het knipkleidek plaatselijk sterk werd aangetast en elders een dun verjongingsdek werd gevormd. CNOSSEN meende dat de transgressiefase duurde tot ongeveer 1100 n. Chr., terwijl omstreeks 1000 n. Chr. de bedijking aanving.

BAKKER (1958a, 1958b) trok een vergelijking tussen de gebeurtenissen in het noordwestelijke deel van Friesland en die op andere plaatsen langs de Noordzeekust. Deze auteur onderscheidde in de eerste plaats een laat-Romeinse transgressiefase tussen 250 en 500 n. Chr.. Na deze periode vond op de gevormde sedimenten in Merovingische en Karolingische tijd bewoning plaats. Vele van deze woonplaatsen werden in Karolingische tijd tot terpen opgehoogd, terwijl elders reeds bestaande terpen in belangrijke mate verder werden opgehoogd. De oorzaak hiervan is te zoeken in het optreden van een nieuwe transgressiefase, de Karolingisch-Ottoonse fase, die in het noorden duurde van ongeveer 800 tot ongeveer 950 n. Chr.. In Barradeel werd in deze periode een nieuwe kleilaag afgezet, waarop men tussen 1000 en 1200 n. Chr. betrekkelijk rustig kon wonen. Omstreeks 1200 n. Chr. trad de zee opnieuw sterk aanvallend op; tijdens deze laat-Middeleeuwse fase werd in het noorden van Friesland het zogenaamde laat-Middeleeuwse dek afgezet. Deze transgressiefase plaatste BAKKER tussen 1200 en 1500 n. Chr.. Na de daarop volgende periode van rust ving in de 18e eeuw een nieuwe transgressiefase aan.

PANNEKOEK (1956) vermeldt de eerstgenoemde transgressiefase als de post-Romeinse fase. Hij vat echter de latere fasen ten onrechte samen onder de naam post-Karolingische fase en laat deze eerst omstreeks de 10e of 11e eeuw beginnen.

Ook langs de Duitse Noordzeekust zijn belangrijke afzettingen uit de tijd van 200 n. Chr. bekend. DECHEND (1956) vatte de sedimenten samen onder de naam *Oberes Jung-Holozän*. Hij deelde de afzettingen in 3 verschillende dekken in, aangeduid als O_1 -, O_2 - en O_3 -*Decke*, zonder zich duidelijk omtrent de ouderdom uit te spreken. Waarschijnlijk komen ze overeen met de sedimenten van de door BAKKER genoemde laat-Romeinse, Karolingische-Ottoonse en laat-Middeleeuwse transgressiefasen.

De afzettingen in het Zuiderzeegebied sluiten zich, wat betreft hun ouderdom, geheel aan bij die langs de Noordzeekust. VEENENBOS (1950) vermeldde bij Kuinre de vorming van een knipkleidek na ongeveer 300 n. Chr.. Het einde van de sedimentatie viel moeilijk vast te stellen, doch omstreeks de 9e eeuw begon de zee weer terrein te winnen. WIGGERS (1955) en VAN DER HEIDE en WIGGERS (1954) beschreven de aanwezigheid van een kleidek op het veen, onder andere nabij Kuinre en op en rondom de eilanden Urk en Schokland. De vorming van dit kleidek plaatsten zij tussen de 4e en 9e eeuw.

In het Almere werden na het begin van onze jaartelling, doch vóór 1600 n. Chr., afzettingen gevormd die zijn aangeduid als sloefafzettingen (WIGGERS, 1955) of als Almere-afzettingen. Een belangrijk erosieniveau in het pakket Almere-afzettingen kon worden gedateerd op omstreeks 1200 n. Chr.. Vanaf dit tijdstip is veel veen weggeslagen en bewoond land verloren gegaan. De verzilting van het water in de 16e eeuw is vooral een gevolg geweest van de geringe afvoer van de IJssel. PONS (1957a) en BAKKER (1958b) legden een duidelijk verband tussen deze geringe afvoer van de rivieren, de uitbreiding van de gletschers in de Alpen en de geringe transgressie-activiteit van de zee.

Omtrent de vorming van de jonge duinen langs de Nederlandse kust is nog betrekkelijk weinig bekend. Een interessant onderzoek langs de kust van Denemarken werd verricht door HANSEN (1959). Deze auteur betoogde dat sterke duinvorming samenhangt met intensieve buienactiviteit en grote windsnelheden, waardoor ondanks de grotere neerslag grote hoeveelheden zand worden verplaatst. Het begin van de vorming van de hoge duinen aan de westkust van Jutland plaatst hij omstreeks 1200 n. Chr. of kort daarna, dus juist aan het begin van een transgressiefase. VAN DER MEER (1949, 1952) nam aan, onzes inziens terecht, dat strandwallen vooral tijdens een regressiefase worden gevormd. Hij maakte echter geen duidelijk onderscheid tussen de vorming van strandwallen en die van duinen. Het ontstaan van de jonge duinen plaatste hij ten onrechte eveneens in een regressiefase. Men moet zich echter voorstellen, dat juist in transgressiefasen met grote depressie-activiteit (BENNEMA, 1954) afbraak van strandwallen en opwaaien van duinen optreedt. VAN DER MEER vermeldde, ondanks zijn gedeeltelijk onjuiste opvatting, dat de vorming van de jonge duinen nabij Katwijk is begonnen in de tweede helft van de 9e eeuw, dus aan het begin van een transgressiefase, waarbij de Rijnmond werd afgesloten. Ook op Walcheren trad in deze transgressiefase geen aantasting vanuit het westen op, hetgeen voor BENNEMA en VAN DER MEER (1952) reden was de duinvorming omstreeks deze tijd te laten aanvangen. TAVERNIER en MOORMANN (1954) stellen de eerste vorming van de hoge duinen langs de Belgische kust aan het einde van de Duinkerken II transgressie. In de laat-Middeleeuwse transgressiefase zal zeker opnieuw duinvorming zijn opgetreden, waarvoor BAKKER (1958b) bewijzen aanvoert. Hij vermeldt vorming van duinen op Terschelling tussen 1200 en 1300, op Walcheren na 1100 à 1200, in Zuid-Wales tussen 1300 en 1550.

Samenvattend kan worden opgemerkt, dat er na het begin van onze jaartelling sprake is van 4 transgressiefasen, tijdens welke op vele plaatsen langs de kust sedimenten

werden afgezet. In de tussengelegen perioden was bewoning op de gevormde afzettingen vrijwel zonder bescherming tegen de zee mogelijk.

Op grond van het bovenstaande en in aansluiting op de in *Honderd Eeuwen Nederland* gepubliceerde chronologie, worden door ons de volgende fasen met de daarbij behorende afzettingen onderscheiden:

1. De laat-Romeinse en vroeg-Merovingische fase (250-500 à 600 n. Chr.)
2. De Ottoonse fase (850-1000 n. Chr.)
3. De laat-Middeleeuwse fase (1200-1500 à 1600 n. Chr.)
4. De moderne fase (vanaf 1700 à 1800 n. Chr.).

Een vergelijking met de door BAKKER (1958b) gegeven indeling toont aan dat wij ons vrijwel geheel bij de door deze auteur gegeven indeling, benaming en datering aansluiten. Voor de veronderstelling dat de transgressiefasen in het noorden veelal ongeveer 100 jaar eerder optraden dan in het zuiden, kunnen door ons geen argumenten pro of contra worden aangevoerd. Voor de behandeling van de wordingsgeschiedenis van Noordholland en het Zuiderzeegebied speelt dit punt geen rol van betekenis.

Literatuurgegevens omtrent de laat-Romeinse en vroeg-Merovingische afzettingen in Noordholland en het Zuiderzeegebied.

DE ROO (1949, 1953) beschreef hoe in de zandige stroomwalgronden nabij Castricum plaatselijk een vegetatiehorizont met aardewerk uit de 1e en 2e eeuw voorkomt op een diepte van 50 à 70 cm onder maaiveld. Hij nam aan, dat het zeegat bij Castricum omstreeks 250 n. Chr. weer open is geraakt, waarna zandige sedimenten werden afgezet. Tijdens deze, door hem als Castricum II aangeduide periode, is een deel van de eerder gevormde stroomwallen opgeruimd, zijn nieuwe stroomwallen gevormd en is op de pre-Romeinse stroomwallen een nieuw zandig tot zavelig dek afgezet. De huidige morfologie van het stroomwallenlandschap dateert derhalve zeer waarschijnlijk voor het grootste gedeelte uit de Castricum II fase. Betrekkelijk korte tijd daarna begon nabij Castricum de sedimentatie van de dunne laag pikklei, welke volgens DE ROO (1953) niet via het zeegat van Castricum doch vanuit het noorden plaatsvond.

GÜRAY (1952) vermeldde de aanwezigheid van zandige en met zandlagen gemengde venige afzettingen in de IJ-boezem, liggend op het veenslik en samenhangend met de Castricum II doorbraak van DE ROO. Deze laat-Romeinse en vroeg-Merovingische afzettingen zijn, gezien het verloop van de dikte van de sedimenten en de korrelgrootte van het zand, uit het westen afkomstig. Bij de vorming van deze afzettingen werd veel veen en vermoedelijk ook een deel van de oeverbanken langs het Oer-IJ opgeruimd. Er ontstond een brede boezem met enkele veeneilanden en schiereilanden; in de boezem werd zand en zandig veenslik afgezet tot ongeveer het zijkanaal D.

In de tunnelput te Velsen werden door BENNEMA and PONS (1957c) de Velsen IV afzettingen beschreven, welke door VAN STRAATEN werden aangeduid als *sandy layers and thin sandlayers with peaty clay on Lower peaty clay*. BENNEMA and PONS (1957c) correleerden de Velsen III afzettingen ten onrechte met de Oer-IJ II fase. Deze Oer-IJ II fase moet gelijk gesteld worden aan de Castricum II fase van DE ROO en de Velsen IV afzettingen.

In het noorden van Noordholland vonden te zelfder tijd belangrijke gebeurtenissen plaats, beschreven door DE ROO (1949, 1953), DU BURCK (1949, 1957) en PONS en KLOOSTERHUIS (1957). In Noord-Kennemerland, het Geestmerambacht en nabij Schagen werden in deze fase pikklei en de Rekere-afzettingen gevormd. Door een zeegat, voorloper van de Zijpe, met een belangrijke zijarm, de Rekere, werd aanvankelijk sediment aangevoerd dat als een zware kleilaag, de pikklei, werd afgezet tussen de jonge duinen en het grote centrale veenmoeras van Noordholland. Dit kleidek neemt van noord naar zuid zeer geleidelijk in dikte af; in Kennemerland bedraagt de dikte bij Schoorl ongeveer 100 cm, nabij Uitgeest 30 cm; in het Geestmerambacht in het noorden 70 cm, in het zuidoosten 30 cm, waarna de klei steeds dunner en humeuzer wordt en over het veen uitwigt.

In de strandvlakte van Kennemerland vertoont het zandoppervlak veel reliëf. Wanneer de zandkopjes hoger liggen dan ongeveer N.A.P. vindt men hierop geen pikklei. In de lagere delen is de pikklei slechts dun en met zand van de ondergrond vermengd. Ook het hogere deel van het stroomwallenlandschap nabij Castricum is niet met pikklei overdekt. De verbreiding van de pikklei in Kennemerland is derhalve primair reeds grillig. Tengevolge van latere erosie is het pikkleidek aldaar plaatselijk geheel of gedeeltelijk opgeruimd, zodat thans het voorkomen van dit dek zeer sterk kan wisselen. In het Geestmerambacht en in het aangrenzende veengebied heeft de pikklei een meer gesloten dek gevormd.

Tijdens de afzetting van de pikklei is het zeegat verwijd, zodat in het noorden op een soms dunne laag pikklei zandiger afzettingen zijn gedeponeerd. Deze zogenaamde Rekere-gorsafzettingen komen voor in het noorden van Kennemerland (DE ROO), in het noorden van het Geestmerambacht (DU BURCK) en rondom Schagen (PONS en KLOOSTERHUIS, 1957).

In en langs het Zuiderzeegebied zijn de afzettingen uit deze periode beschreven door VEENENBOS (1950), VAN DER HEIDE en WIGGERS (1954) en WIGGERS (1955). Zij vermeldten het voorkomen van een zware kleilaag op het veen, welke laag door VEENENBOS werd gelijkgesteld met de knipklei in Friesland. De kleilaag op het veen rondom Urk en Schokland en op enige andere plaatsen in de Noordoostpolder is grotendeels tijdens latere fasen opgeruimd. Slechts met behulp van archeologische vondsten, de verbreiding van diep in het veen weggedrukte resten van het kleidek en de verbreiding van de synchroon gestelde, onder water gevormde laag SI III^b kon WIGGERS de oorspronkelijke verbreiding van dit kleidek in de Noordoostpolder reconstrueren.

De verbreiding van de afzettingen en de ligging van de zeegaten.

In Noordholland en het Zuiderzeegebied komen de laat-Romeinse en vroeg-Merovingische afzettingen in drie gebieden voor. Het eerste gebied bevindt zich bij Castricum en in de westelijke IJ-boezem. Het tweede afzettingsgebied omvat de Zijpeboezem en omgeving, het derde gebied wordt gevormd door het meer Flevo en het Almere.

In figuur 40 zijn de sedimenten in de verschillende gebieden aangegeven. Slechts in het eerste verbreidingsgebied zijn ook de onderwaterafzettingen aangegeven; overeenkomstige sedimenten zijn uit het tweede verbreidingsgebied niet bekend, terwijl de onderwaterafzettingen uit de laat-Romeinse en vroeg-Merovingische tijd in het Zuiderzeegebied op de meeste plaatsen nog niet duidelijk kunnen worden onderscheiden van die uit latere tijd. De onderwaterafzettingen in het Zuiderzeegebied worden derhalve op pag. 49 als een geheel behandeld.

In het eerste verbreidingsgebied zijn de zeer zandige binnendeltagronden aangegeven voor zover deze door DE ROO tot de post-Romeinse afzettingen worden gerekend. Het is echter waarschijnlijk, dat een groter deel van de stroomwallen, vooral van die bij Uitgeest, tot deze afzettingen moet worden gerekend. Bij Uitgeest liggen de sedimenten uit deze tijd vermoedelijk ook nog onder het pikkleidek, dat daar waarschijnlijk geheel of gedeeltelijk jonger is ⁴. In de IJ-boezem zijn aangegeven de westelijk gelegen zandafzettingen, gedeeltelijk vermengd met verslagen veen en veenslik. De verder oostelijk voorkomende verspoelde, zandige lagen zijn, zoals uit de beschrijving van GÜRAY valt af te leiden, iets jonger, zodat deze door ons tezamen met de jongere Almere-afzettingen in het Zuiderzeegebied worden behandeld. Evenals bij Uitgeest is het kleidek op het veen langs de IJ-boezem wellicht jonger dan de laat-Romeinse en vroeg-Merovingische tijd. Misschien kan het onderste gedeelte nog tot de betreffende fase worden gerekend.

In het tweede verbreidingsgebied, de Zijpe-boezem en omgeving, zijn de afzettingen van pikklei en Rekere-gorsklei aangegeven. In het noordwesten zijn deze sedimenten voornamelijk binnengedrongen langs de Rekere. De Rekere is vermoedelijk aanvankelijk een belangrijke geul geweest, waarlangs zich, in een brede strook tussen de hogere zandgronden in het westen en het veengebied in het oosten, pikklei heeft afgezet. In het noorden ligt de pikklei op de Westfriese afzettingen II en onder de Rekere-gorsafzettingen. In een klein gebied ten zuidoosten van Schagen ontbreekt de pikklei. In een later stadium is het zeegat blijkbaar ruimer geworden, zodat de eb- en vloedbeweging toenam. Langs de benedenloop van de Rekere, in Noord-Kennemerland, in het noorden van het Geestmerambacht en nabij Schagen is toen zavel afgezet, welke wordt aangeduid als Rekere-gorsafzetting of Rekere-afzetting. Deze sedimenten reiken bij Schagen verder in oostelijke en zuidoostelijke richting dan de pikklei, zodat ze, door

⁴ In figuur 40 is dit kleidek bij Uitgeest nog gerekend tot de laat-Romeinse en vroeg-Merovingische afzettingen. Sedert het afsluiten van het manuscript zijn echter inderdaad op enkele plaatsen archeologische vondsten uit de 11e eeuw onder dit kleidek aangetroffen.

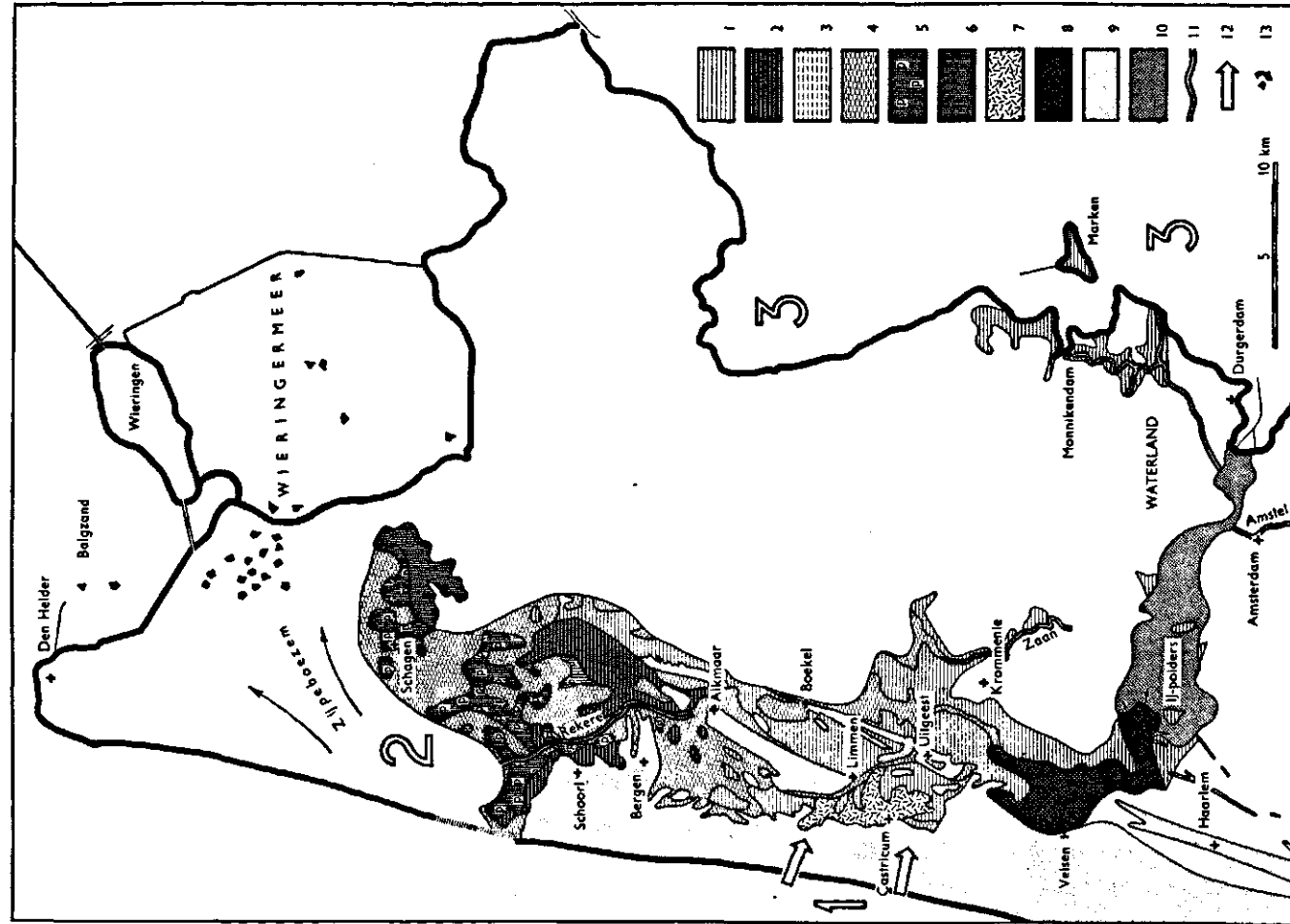


Fig. 40a.

Fig. 40 (a + b).
De laat-Romeinse en vroeg-Merovingische afzettingen.
The late-Roman and early-Merovingian deposits.

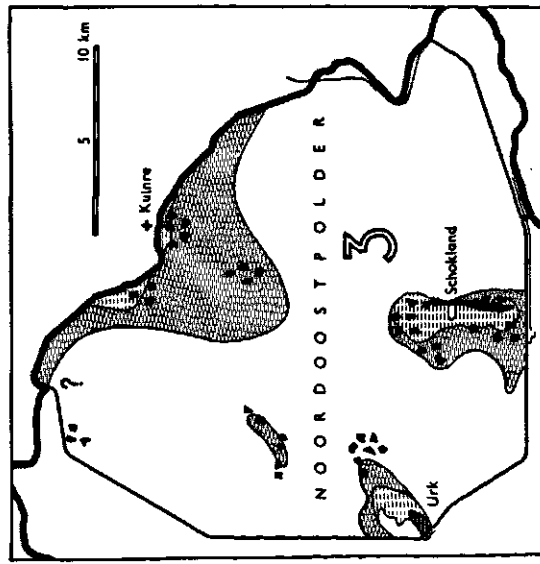


Fig. 40b.

1. Dunne laag pikklei
Thin layer of heavy clay ('pik' clay)
2. Dikke laag zware klei op veen en pikklei
Thick layer of heavy clay on peat and 'pik' clay
3. Kleidek voor het grootste gedeelte geërodeerd
Clay layer eroded for the greater part
4. Afzettingen geheel geërodeerd, doch oorspronkelijke begrenzing bekend
Deposits totally eroded, but original distribution known
5. Rekere-afzetting, gelegen binnen het pikkleigebied; pikklei plaatselijk nog aanwezig
'Rekere'-deposits, lying inside the 'pik' clay area; 'pik' clay still locally present
6. Rekere-afzetting, gelegen buiten het pikkleigebied
'Rekere'-deposits, lying outside the 'pik' clay area
7. Wadafzettingen nabij Castricum
Tidal flat deposits near Castricum
8. Onderwaterafzettingen in de westelijke IJ-boezem
Underwater deposits in the western IJ-bay
9. Hogere zandgronden in het pikkleigebied en jonge duinen
High-lying sandy deposits in the 'pik' clay area and young coastal dunes
10. IJ-boezem
IJ-bay
11. Loop van de Rekere en andere geulen
Course of the Rekere and other creeks
12. Ligging van het zeegat bij Castricum
Location of the channel near Castricum
13. Middeleeuwse vondsten op het kleidek op veen of op het veen in gebieden die in later tijd geheel verloren zijn gegaan
Mediaeval archaeological finds on the clay overlying the peat or on the peat, in areas which where fully destroyed in later periods

Fig. 41.

De laat-Middeleeuwse afzettingen in het noordelijk deel van Noordholland.

The late-Medieval deposits in the northern part of the province of North-Holland.

1. Afzettingen in hoofdzaak bestaande uit kalkrijk zand, veelal overdekt door een dunne laag kalkloos zand (1a), of uit kalkloos zand (1b)
Deposits mainly consisting of calcareous sand, for the greater part covered by a thin layer of non-calcareous sand (1a), or of non-calcareous sand (1b)
2. Afzettingen in hoofdzaak bestaande uit zavel en klei
Deposits mainly consisting of clay and sandy clay
3. Afzettingen bestaande uit zware klei, aan de oppervlakte liggend
Deposits consisting of heavy clay, occurring at the surface

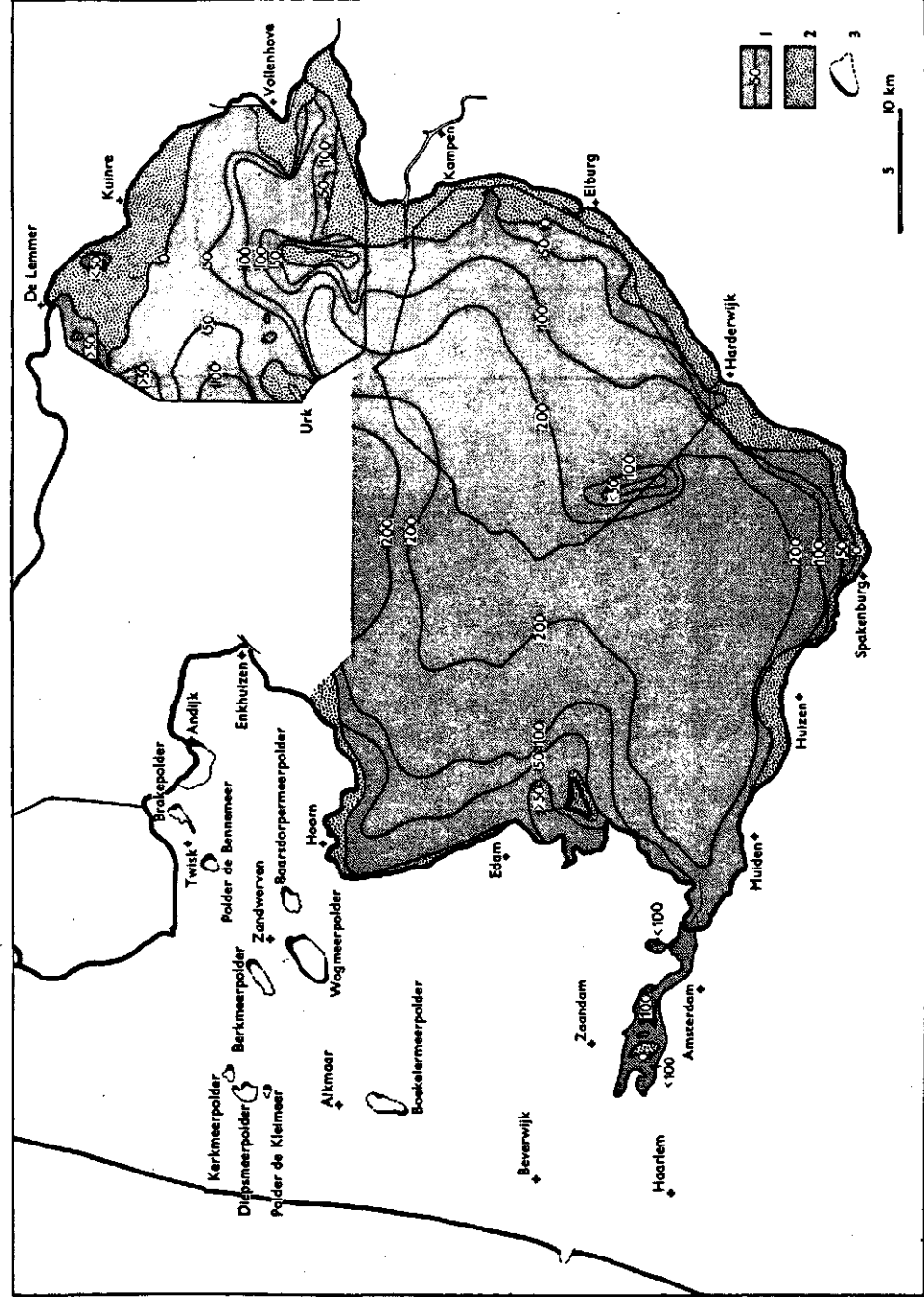
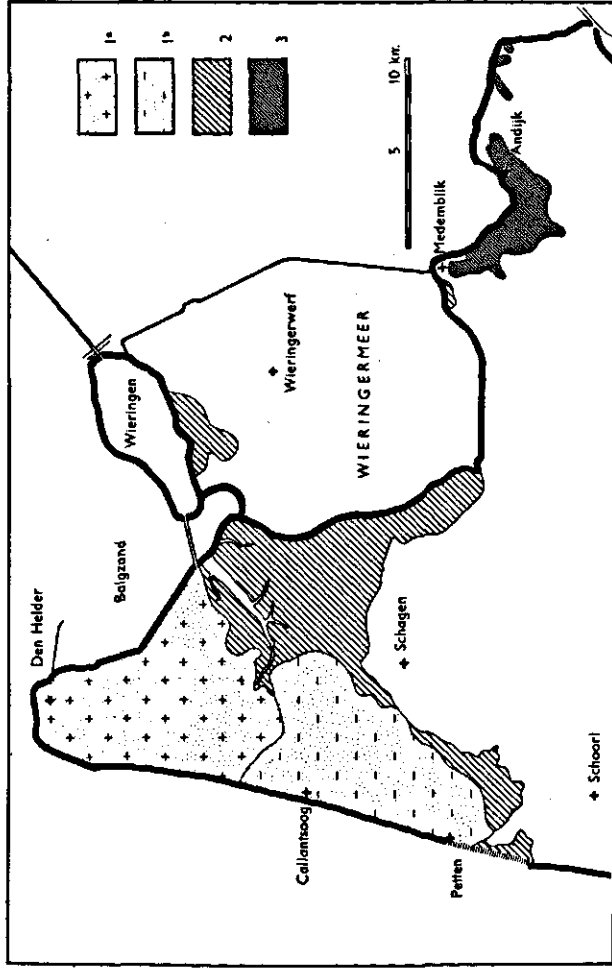


Fig. 42.

Dikte van de Almere-afzettingen in het zuidelijke deel van de Zuiderzee en het voorkomen van meerwallen in Noordholland.
Thickness of the Almere deposits in the southern part of the former Zuider Sea and the distribution of lake-bank sediments in the province of North-Holland.

1. Dikte van de Almere-afzettingen in cm
Thickness of the Almere deposits in cm
2. Almere-afzettingen niet aanwezig of sterk beïnvloed door sedimenten van andere oorsprong
Almere deposits lacking or strongly influenced by sediments of different origin
3. Meerwallen
Lake-bank sediments

een vegetatielaag daarvan gescheiden, rusten op de Westfrieze afzettingen II. De latere erosie heeft het verbreidingspatroon van de pikklei en de Rekere-afzettingen zo ingewikkeld gemaakt, dat het in figuur 40 zeer sterk moest worden vereenvoudigd.

In het derde verbreidingsgebied vindt men op enkele plaatsen een dun, zwaar kleidek op veen. In de polders Katwoude en Waterland is dit kleidek afgezet vanuit een veenstroompje dat vanaf Monnikendam Waterland binnendrong en dat reeds een zekere rol speelde bij de vorming van de Westfrieze afzettingen II (fig. 27). Voorts is dit kleidek aanwezig op Marken en langs de noordoostelijke oever van de Zuiderzee (VEENENBOS, 1950). De verbreiding in de Noordoostpolder is ongewijzigd overgenomen van WIGGERS (1955).

De zeegaten waardoor de sedimenten van de laat-Romeinse en vroeg-Merovingische afzettingen in het eerste verbreidingsgebied bij Castricum zijn binnengekomen, lagen ter hoogte van Zuid-Bakkum en ten zuiden van Castricum, derhalve ten noorden en ten zuiden van de kern van de pre-Romeinse afzettingen. Deze kern is blijkens het voorkomen van een vegetatielaag en een woonniveau uit de Romeinse tijd grotendeels intact gebleven. Reeds spoedig daarna zijn de zeegaten verzand en gesloten, waardoor de sedimenten min of meer onvoltooid zijn gebleven.

Het zeegat tussen de Zijpeboezem en de Noordzee lag bij Petten of verder westelijk. De juiste ligging is niet bekend, hetgeen ten dele een gevolg is van het feit, dat men over de sedimenten in de ondergrond in dit gedeelte van Noordholland nog betrekkelijk slecht is ingelicht. Het zeegat is wellicht langer open gebleven en misschien wel nimmer geheel afgesloten.

Over de verbinding tussen het Almere en de Noordzee is evenmin veel bekend. De huidige Wadden vormden destijds nog overwegend een veengebied. Het zeegat heeft wellicht ter plaatse van het huidige Vlie gelegen.

De hoogteligging, de dikte en de eigenschappen van de afzettingen.

De laat-Romeinse en vroeg-Merovingische afzettingen bestaan voor een belangrijk gedeelte uit zware klei, afgezet in een rustig milieu. Men moet, onzes inziens, bij de vorming van de pikklei en het kleidek op het veen denken aan een langzaam opslibbende, uitgestrekte, begroeide kwelder, welke vooral door de uitgestrektheid periodiek moerassig was, doch ook periodiek wel grotendeels droog lag. Tijdens de sedimentatie vond reeds een zekere fysische rijping plaats, welke de thans zeer dichte structuur van deze laag mede verklaart. Men vindt in het pikkleigebied vrijwel geen krekken en evenmin daarmee samenhangende zwaarte- of hoogteverschillen. WIGGERS (1955) vermeldde nabij Kuinre, Urk en Schokland lutumgehaltes van 25-35 %. In Waterland ligt dit gehalte tussen 40 en 45 %. In het Geestmerambacht en Kennemerland varieert het lutumgehalte tussen 40 en 65 %. De pikklei en het kleidek op het veen bevatten vrijwel steeds geen of uiterst weinig koolzure kalk. In het Geestmerambacht ligt het koolzure-kalkgehalte steeds beneden 0.3 %. De lutum-slibverhouding is meestal normaal en bedraagt 60 à 70. Het humusgehalte van de zogenaamde grauwe pikklei, welke veelal op een minerale ondergrond rust, bedraagt ongeveer 2 à 3 %. Bij de sedimentatie op veen en vooral bij dünnere lagen is het humusgehalte hoger; de donker gekleurde pikkleilagen kunnen 10-17 % organische stof bevatten. DU BURCK gaf hieraan de naam woudgronden, daar hij aanneemt dat ze zijn ontstaan in een met moerasbos begroeid terrein. Langs de Rekere vindt men in het pikkleidek vaak dunne laagjes van kalkhoudend, zavelig materiaal. Dit is ook in Noord-Kennemerland het geval. Vaak zijn hier zelfs dunne tot vrij dikke lagen van het opvallend witte, koolzure-kalkloze zand van de Westfrieze afzettingen II in de pikkleilaag ingesloten.

In Kennemerland kon DE ROO in de golvende westelijke strandvlakte nauwkeurig nagaan tot welke hoogte de pikklei was afgezet. Uit zijn gegevens valt af te leiden, dat de bovenzijde van de pikklei oorspronkelijk heeft gelegen op ongeveer 0 tot 0.1 m + N.A.P.. De gegevens van DU BURCK (1957) wijzen op een oorspronkelijke opslibbingshoogte van ongeveer N.A.P.. In de Noordoostpolder kon de oorspronkelijke hoogteligging van de bovenzijde van het kleidek slechts bij benadering worden aangegeven. WIGGERS vermeldde een hoogtecijfer van 0.5 — N.A.P., doch deze waarde ligt mogelijk iets te laag. VEENENBOS stelde de hoogteligging van de bovenzijde van de knipklei in Friesland op 0.3 + N.A.P.. Na verrekening van de ophoging, de invloed van de biologische activiteit en de inklinking blijft de hoogte wellicht ongeveer 0.3 m + N.A.P..

Het verloop van de dikte van de pikklei en het kleidek op het veen is over het algemeen zeer regelmatig. In figuur 40 is onderscheid gemaakt tussen een dikke (meer dan 50 cm) en een dunne pikklei-laag (minder dan 50 cm). In de omstreken van Castricum bedraagt de dikte veelal 30 à 45 cm. In Waterland varieert deze van enkele centimeters tot ongeveer 60 cm. WIGGERS vermeldde uit de Noordoostpolder cijfers van 50 tot 80 cm. In enkele delen van het gebied varieert de dikte van de pikklei vrij sterk, niet slechts door verschillen in diepteligging van de basis waarop de klei is afgezet, doch vooral door de erosie in de nog te bespreken Ottoonse fase. In de westelijke IJ-boezem bedraagt de dikte van de onderwaterafzettingen 50-100 cm, welke waarden ook de even oude Almere-afzettingen in het Zuiderzeegebied veelal vertonen.

Behalve de bovengenoemde afzettingen van zware klei omvatten de laat-Romeinse en vroeg-Merovingische afzettingen ook lichtere sedimenten. In het tweede verbreidingsgebied vindt men namelijk de reeds eerder genoemde Rekere-gorsafzettingen. Deze naam danken de sedimenten aan hun enigszins bruine kleur, welke herinnert aan die van het Westlanddek. Men neemt aan, dat bij de sedimentatie rietgroei op grote schaal is opgetreden, zodat het milieu geleek op dat van brakke rietgorzen. In ieder geval is het eb- en vloedverschil klein geweest, getuige het patroon en de aard van de sedimenten. In de Rekere-gorsafzettingen bedraagt het lutumgehalte, zowel in het Geestmerambacht als in Noord-Kennemerland, 17-40 %. Het CaCO_3 -gehalte varieert volgens DU BURCK van $2\frac{1}{2}$ tot 7 %. De aangetroffen foraminiferen wijzen op sedimentatie onder brakke omstandigheden in een zeer rustig milieu. Aanvankelijk vond de sedimentatie van de Rekere-gorsafzettingen zeer waarschijnlijk alleen langs de Rekere plaats. Achter deze zone werd in het noorden van het Geestmerambacht en langs de Zijpe destijds uitsluitend pikklei afgezet. Geleidelijk breidde het gebied met de zandige Rekere-afzettingen zich in het noorden van het Geestmerambacht uit, zodat tenslotte de Rekere-afzettingen zich nabij Schagen in oostelijke en zuidoostelijke richting uitbreidden over het gebied waar geen pikklei was afgezet, zodat aldaar de gorsafzettingen direct op de Westfriese afzettingen II rusten. Gezien deze ontwikkeling en de situatie in het Zuiderzeegebied lijkt het ons zeer waarschijnlijk dat in verschillende delen van de Kop van Noordholland behalve pikklei en Rekere-afzettingen langs de rand van de boezem (welke laatste ongeveer ter plaatse van de Westfriese zeedijk moeten worden gezocht), ook onderwaterafzettingen in de Zijpeboezem zijn gedeponeerd.

De Rekere-gorsafzettingen reiken in het noorden van het Geestmerambacht en in Noord-Kennemerland tot ongeveer N.A.P. à 0.1 m + N.A.P.. Zowel DE ROO als DU BURCK vermeldden echter dat op vrijwel alle plaatsen enige erosie van deze afzettingen is opgetreden. Nabij Krabbendam, waar het profiel wellicht niet is aangetast, liggen de Rekere-afzettingen met hun bovenzijde op ongeveer 0.2 m + N.A.P.. De dikte ervan (met inbegrip van een dunne laag pikklei aan de basis) bedraagt plaatselijk ruim 1 meter.

In het eerste verbreidingsgebied zijn de sedimenten zandig ontwikkeld en gelijken zeer sterk op de pre-Romeinse afzettingen ter plaatse. Het gebied droeg tijdens de sedimentatie het karakter van een wadgebied met zandplaten, uitlopend in een boezem met onderwaterafzettingen. De bovenzijde van de stroomwallen bij Castricum ligt, naar uit gegevens van DE ROO en BENNEMA blijkt, op ongeveer 0.4 m + N.A.P.. Aangezien hier geen inklinking van enige betekenis kan zijn opgetreden, kan de oorspronkelijke hoogteligging, rekening houdend met enige ophoging en met de biologische activiteit, op ongeveer 0.3 m + N.A.P. worden gesteld.

De datering van de afzettingen.

De ouderdom van de laat-Romeinse en vroeg-Merovingische afzettingen is in Noordholland en het Zuiderzeegebied op enkele plaatsen vastgesteld op grond van archeologische vondsten. Onder de stroomwalafzettingen, onder de pikklei en onder de Rekere-afzettingen komt op vele plaatsen een vegetatielaag voor, waarin archeologica uit de Romeinse tijd en wel in het bijzonder uit de periode van de eerste tot het midden van de derde eeuw na Chr. zijn gevonden. Het begin van de sedimentatie kon derhalve door DE ROO en door DU BURCK worden gedateerd omstreeks 250 of 300 n. Chr..

Het einde van de sedimentatie van de stroomwalafzettingen moet reeds in vroeg-Merovingische tijd of reeds daarvoor hebben plaatsgevonden. Volgens een intern rapport van MODDERMAN zijn nabij Castricum op de betreffende afzettingen namelijk Merovingische scherven aangetroffen. Gezien dit feit en gezien de omstandigheid dat de afzettingen niet geheel 'voltooid' zijn, zijn wij van mening, dat de sedimentatie van de laat-Romeinse en vroeg-Merovingische afzettingen nabij Castricum reeds omstreeks 400 à 500 n. Chr. was beëindigd.

Het einde van de sedimentatie van de pikklei en de Rekere-gorsafzettingen valt minder nauwkeurig aan te geven. DU BURCK (1957) meende, dat de vorming van de betreffende afzettingen in het Geestmerambacht omstreeks 700 à 800 n. Chr. was beëindigd. Hij baseerde zich hierbij op de gegevens van BRAAT (1947), die als oudste vondsten uit de terpjes, gelegen op de Rekere-afzettingen, materiaal uit de 9e eeuw vermeldde. BRAAT wees ook op het voorkomen van Karolingische scherven o.a. in het Diepsmeer, waar volgens DU BURCK een pikkleidek heeft gelegen, dat later is opgeruimd. WIESE (1956) vermeldde ook nog Karolingisch materiaal uit de omgeving van Warmenhuizen en Schoorlham. Men moet in deze gebieden echter rekening houden met de mogelijkheid dat de sedimentatie reeds vrij lang was beëindigd vóór bewoning plaatsvond.

WIGGERS vermeldde dat het kleidek in de Noordoostpolder in het begin van de 9e eeuw werd bewoond, zodat de vorming van het kleidek ook hier omstreeks 800 reeds moet zijn voltooid. Vondsten uit de periode van de 4e tot het begin van de 9e eeuw ontbreken in de Noordoostpolder geheel, waaruit zou kunnen worden afgeleid dat in die tijd de vorming van het kleidek plaatsvond. Vooruitlopende op hetgeen in het onderstaande zal worden opgemerkt omtrent de bewoonbaarheid van het veengebied in de Kop van Noordholland, zij er hier reeds op gewezen dat wij menen dat de sedimentatie van de pikklei, het kleidek op het veen en de Rekere-gorsafzettingen reeds omstreeks 500 n. Chr. was voltooid, doch dat deze gebieden wegens hun moerassige ligging eerst later werden bewoond.

DE OTTOONSE EN DE LAAT-MIDDELEEUWSE TRANSGRESSIEFASSEN

De aantasting van Noordholland in de Ottoonse tijd.

Na de vorming van de laat-Romeinse en vroeg-Merovingische afzettingen vond, zoals in het voorgaande werd aangetoond, op vele plaatsen bewoning op deze sedimenten plaats. Omstreeks 850 n. Chr. begon de zee echter opnieuw aanvallend op te treden. In Noordholland en in bepaalde delen van Friesland (VEENENBOS, 1949) ging met deze transgressie vrijwel uitsluitend erosie gepaard, terwijl elders in ons land op grote schaal sedimentatie plaatsvond. Dit is met name het geval geweest in het zuidwesten, doch ook in enkele delen van Friesland (BAKKER, 1958a, CNOSSEN, 1958) en in Groningen (DE SMET en VLEESHOUWER, 1956) werden destijds sedimenten gevormd.

DU BURCK (1949, 1957) en DE ROO (1949, 1953) beschreven uitvoerig hoe de erosie van de pikklei en de Rekere-afzettingen is verlopen. Volgens beide auteurs kreeg de zee omstreeks 900 n. Chr. weer toegang tot het in Karolingische tijd bewoonde pikklei- en Rekere-gorsgebied. De afzettingen werden op een grillige wijze aangetast, waarbij plaatselijk slechts het bovenste gedeelte van het pakket, in vele gevallen echter het gehele sediment, werd opgeruimd. Hierbij ontstond een aantal laagten door smalle geulen met elkaar verbonden en door de genoemde auteurs aangeduid als dellen of als meren. Kennemerland werd zowel uit het noorden (de Zijpe en de Rekere), als vanuit het oosten (de grote meren) en het zuiden (de IJ-boezem) aangetast. De erosie in het Geestmerambacht vond plaats vanuit het noorden (de Zijpe), het westen (de Rekere) en vanuit het oosten (de grote meren).

DU BURCK kon aantonen, dat in het Geestmerambacht de aantasting van het landschap veelal niet geschiedde vanuit de waarschijnlijk reeds dichtgeslibde aanvoerkreken van de pikklei en de Rekere-afzettingen, doch vanuit nieuw gevormde geulen. De dellen en meren ontstonden volgens DU BURCK juist op die plaatsen waar onder de pikklei veenlagen voorkwamen of waar de oudere kwelder uit slappe klei bestond. Naast de meren rust de nog aanwezige pikklei nu veelal op hooggelegen, zavelige gedeelten van

de oudere kwelder. Het patroon van de dellen en meren geeft volgens ons derhalve een goed beeld van de aard van de oudere kwelder en dus van het sedimentatiepatroon van de Westfriese afzettingen II (fig. 27). Het patroon van de erosie in Kennemerland is om verschillende redenen veel gecompliceerder.

Ook het veengebied van Noordholland werd in deze periode plaatselijk sterk aangetast. De grote erosie van het veenlandschap en het ontstaan van de grote meren vallen echter voornamelijk in de volgende transgressiefase.

Voor de datering van het begin van de Ottoonse erosiefase in Noordholland beschikken we niet over directe bewijzen. Het afbreken van de Karolingische bewoning in het Geestmerambacht doet echter sterk vermoeden, dat ook hier het begin van de aantasting van de pikklei- en Rekere-afzettingen reeds plaatsvond omstreeks 850 n. Chr.. De analoge wijze waarop de afzettingen in Noordholland en de knipklei in Friesland zijn geërodeerd (VEENENBOS, 1949), alsmede de datering van de sedimentatie in Friesland (BAKKER, 1958b) en op Walcheren (BENNEMA en VAN DER MEER, 1952), vormen onzes inziens voldoende argumenten om het begin van de Ottoonse erosiefase ook in Noordholland omstreeks 850 n. Chr. te plaatsen.

Ook omtrent het einde van de Ottoonse transgressiefase heerst enige onzekerheid. Men neemt op goede gronden aan, dat op vele plaatsen langs de kust (Groningen, Friesland, Zeeland, Vlaanderen) de mens zich omstreeks 1000 n. Chr. door het aanleggen van dijken tegen de overstromingen is gaan beschermen, hetgeen vooral met succes kon plaatsvinden omdat de transgressie omstreeks die tijd aan kracht inboette. DE ROO vermeldde de aanleg van de Zanddijk in 1036, welke ten doel had een gedeelte van Kennemerland tegen het uit het zuiden opdringende water te beschermen. BAKKER (1958b) plaatste de Karolingisch-Ottoonse transgressiefase in het noorden van ons land tussen 800 en 950 n. Chr., in het zuiden tussen 890 en 1000 n. Chr..

Door vele auteurs worden de 11e en 12e eeuw beschreven als een rustige periode. De indrukwekkende ontginning van de grote veengebieden van Holland omstreeks deze tijd hangt ongetwijfeld mede samen met deze gunstige omstandigheid. Aan het slot van dit hoofdstuk zal nog nader worden ingegaan op de bewoning van Noordholland en het Zuiderzegebied tussen 800 en 1300.

De laat-Middeleeuwse afzettingen.

Na een korte, betrekkelijk rustige periode tussen 1000 en 1150 à 1200 n. Chr. nam de activiteit van de zee weer toe. Deze laat-Middeleeuwse aantasting van het kustgebied is reeds in vele publikaties vermeld. Volstaan moge worden met op te merken, dat door BAKKER in verschillende publikaties is gewezen op het ontstaan van het laat-Middeleeuwse dek in Barradeel, terwijl DE SMET en VLEESHOUWER melding maakten van de gebeurtenissen in Groningen in de late Middeleeuwen, waarbij werd gewezen op het ontstaan van verschillende zeeboezems (Lauwerszee, Fivel, Dollart).

DU BURCK (1958) toonde aan, dat in de Anna Paulownapolder de bewoning op het veen in de 12de eeuw eindigde. Hij meende, dat het veen na enige erosie onmiddellijk daarna door sediment werd overdekt. Het onderste gedeelte van de afzettingen wordt gevormd door een maximaal 1 m dikke kleilaag, welke onmiddellijk op het veen zwaar is en naar boven lichter wordt. DU BURCK duidde deze afzetting aan als zepige zavel. Het is een onderwaterafzetting, gesedimenteerd in een zout tot brak waddegebied achter de, aanvankelijk wellicht nog grotendeels gesloten, strandwallenkust van Noordholland. Spoedig daarna bezweek de kust ten noorden van Petten, waardoor het gebied veranderde in een geheel voor de zee openliggend waddegebied. Het zand, afkomstig van de vroegere strandwallenkust, werd in een dun schild afgezet op de zepige zavel, welke slechts plaatselijk en oppervlakkig werd aangetast. Blijkens de beschrijving van

DU BURCK komen twee soorten zand voor. Aanvankelijk werd ten noorden van Callantsoog tot op het Balgzand kalkrijk zand afgezet. Daarna werd in de Zijpe tussen Petten en Callantsoog kalkloos, grover zand gedeponerd, waarbij ook op het kalkrijke zand, gelegen in het noordelijke gebied, een dunne laag (tot ongeveer 40 cm dik) kalkloos zand werd afgezet (fig. 41). Door de wind werd dit kalkloze zand plaatselijk opgehoopt tot kleine duintjes, nollen genaamd. De zandafzettingen zijn in het kerngebied plaatselijk meer dan 1 m dik, doch veelal is het pakket dunner dan 1 m.

In het gebied tussen Schagen en Wieringen trof men destijds een stelsel van wadgeulen aan, zwinnen genaamd, waarlangs sedimentatie van zavel en klei plaatsvond (fig. 41). In de Wieringermeer werd in deze tijd of in de voorgaande fase plaatselijk een door ZUUR (1936) als detritusklei beschreven brakwatersediment gevormd. Ten zuiden van Wieringen bedraagt de dikte van deze afzetting soms meer dan 1 m (fig. 41).

Aan de westzijde van het wadgebied vond op enkele plaatsen duinvorming plaats (Huisduinen, Oogduinen, 't Oghe). Tegen het einde van de 16e eeuw werden deze duineilanden door een dijk verbonden met het Noordhollandse vasteland, tegen welke dijk daarna duinvorming plaatsvond. Na het midden van de 16e eeuw werden pogingen in het werk gesteld de Zijpe te bedijken, waarin men eerst in 1597 definitief slaagde. In de polders Koegras, Anna Paulowna en Groet, welke eerst later zijn bedijkt, is ook na 1600 n. Chr. nog plaatselijk een dunne klei- en zavellaag afgezet, hetgeen kan worden geconstateerd aan het voorkomen van *Mya arenaria* in het bovenste gedeelte van het pakket.

In figuur 41 is nabij Medemblik nog een klein gebied met afzettingen uit deze periode aangegeven (PONS en KLOOSTERHUIS, 1957), terwijl door ENTE (i.v.) ten oosten en ten westen van Andijk een kleidek werd aangetroffen, het kiekkleidek genaamd, dat hier ten dele op de Westfriese afzettingen, ten dele op jongere baggerachtige afzettingen rust. Tijdens het onderzoek van de grafheuvel bij Oostwoud kon worden aangetoond, dat het kleidek na 1150 n. Chr. is afgezet. Daar de verkaveling, welke volgens ENTE uit de 13e eeuw dateert, vanuit het aangrenzende gebied ongestoord over het gebied met het kleidek doorloopt, moet de vorming van de kiekklei tussen ongeveer 1150 en 1250 hebben plaatsgevonden. Dit kleidek behoort dus eveneens tot de laat-Middeleeuwse afzettingen (fig. 41).

De catastrofale vorming van de meren in het hart van Noordholland vond eveneens voornamelijk tijdens de laat-Middeleeuwse transgressie plaats. Niet slechts in het veengebied breidden de meren (Beemster, Purmer, Schermer e.a.) zich sterk uit, ook in het kleigebied van Westfriesland ontstonden vele meren of breidden reeds bestaande meren zich in belangrijke mate uit. Tenslotte ontstond zelfs een verbinding tussen de Zijpe en de meren in het centrale deel van Noordholland en daarmee tussen de Zijpe en de voorloper van de Zuiderzee, Almere genaamd. Van de bodem van deze meren werd veel zandig en zavelig materiaal opgenomen en onder invloed van de overheersende zuidwesten wind voornamelijk op de noordoostelijke oevers als meerwallen afgezet. De voornaamste meerwallen, ontleend aan de publikaties van DE ROO (1953), PONS en KLOOSTERHUIS (1957), DU BURCK (1957) en ENTE (i.v.) zijn in figuur 42 aangegeven.

De Almere-afzettingen.

Door WIGGERS (1955) is aangetoond, dat de sloefafzettingen in de Noordoostpolder dateren uit de periode tussen het begin van onze jaartelling en het einde van de 16de eeuw. In de Noordoostpolder kon onderscheid worden gemaakt tussen de Almere-afzettingen gevormd vóór het begin van de 13e eeuw en die gevormd tussen de 13e en de laatste helft der 16e eeuw. De laag Sl III^a bevat namelijk veelvuldig scherven, waar-

van de jongste dateren uit het begin van de 13e eeuw. De aard van deze laag wees op een belangrijke erosie, welke in verband werd gebracht met het begin van de laat-Middeleeuwse transgressiefase en het grote landverlies in het Waddengebied en het Zuiderzeegebied. Het bleek niet steeds mogelijk in de boringen op het IJsselmeer het niveau van 1200 à 1250 n. Chr. in het pakket Almere-afzettingen aan te geven. Uit de kartering van Oostelijk Flevoland is intussen gebleken, dat ook daar, evenals in de Noordoostpolder, verreweg het grootste gedeelte van de Almere-afzettingen uit de periode tussen 1200 à 1250 en 1600 n. Chr. dateert. In figuur 42 is de dikte van het gehele pakket van Almere-afzettingen in het zuidelijke deel van het IJsselmeer aangegeven. Uit deze figuur blijkt dat de dikte van deze afzettingen in een groot centraal gedeelte van het gebied meer dan 2 m bedraagt. Naar de randen neemt de dikte geleidelijk af. Vergelikt men figuur 42 met de hierna te behandelen figuur 43, dan blijkt wel zeer duidelijk, dat de opvulling van het grote bekken, gevormd door afslag van het veen sedert de vorming van de Westfriese afzettingen II, vooral heeft plaatsgevonden in de late Middeleeuwen. Tot 1200 à 1250 n. Chr. verliep de sedimentatie in een uiterst langzaam tempo wegens de relatief geringe aanvoer van mineraal materiaal door de IJssel en door de nog slechts nauwe verbinding tussen de Zuiderzee en het Waddengebied. Eerst na 1200 à 1250 werd vanuit de Waddenzee veel materiaal aangevoerd. Zoals door WIGGERS (1955) nader is uiteengezet, bleef het milieu aanvankelijk nog zoet tot zwak brak als gevolg van de relatief nog sterke afvoer van zoet water door de verschillende in het Almere uitmondende rivieren.

De bewoning in de later verloren gegane gebieden.

In het voorgaande werd opgemerkt, dat in Merovingische tijd op daartoe gunstige plaatsen reeds bewoning bestond op de laat-Romeinse en vroeg-Merovingische afzettingen. In Karolingische tijd breidde de bewoning zich ook uit over wellicht minder geschikte plaatsen. Zo is in het Geestmerambacht Karolingische bewoning van de pikklei en de Rekere-afzettingen geconstateerd (WIESE, 1956).

In de Noordoostpolder zijn op een aantal plaatsen concentraties van Middeleeuwse scherven gevonden, wijzend op bewoning van het in laat-Romeinse en vroeg-Merovingische tijd gevormde klei-op-veendek. De gevonden scherven dateren uit de 9e tot de 14e eeuw (VAN DER HEIDE, 1955).

Ook op plaatsen waar geen laat-Romeinse en vroeg-Merovingische afzettingen zijn gevormd, zijn in Noordholland scherven uit Karolingische tijd gevonden. Zo werden ten noorden van Hoorn en nabij Andijk op de Westfriese afzettingen Karolingische scherven aangetroffen (WIESE, 1956). In de Wieringermeer (BRAAT, 1932, 1947), in de Kop van Noordholland (DU BURCK, 1958) en op het Balgzand (VAN DER HEIDE, 1955) zijn vele aanwijzingen gevonden voor bewoning op het veenland na de 9e eeuw. Uit de beschrijving van DU BURCK kan worden afgeleid, dat het oppervlak van het oligotrofe veen in de Anna Paulownapolder en omgeving hoog heeft gelegen. Ter plaatse van de Middeleeuwse bewoning komen in de ondergrond de Westfriese afzettingen I in een zandige facies voor. Ook in later tijd lag het veen hier nog zo hoog, dat afzetting van zand en klei plaatselijk tot de bedijking van de Anna Paulownapolder niet of nauwelijks heeft plaatsgevonden. Omtrent de toestand van het bewoonde veengebied in de Wieringermeer kan men zich door de intensieve afbraak geen juiste voorstelling meer vormen.

Gedurende de Ottoonse erosiefase handhaafde zich de bewoning in de Anna Paulownapolder. DU BURCK (1958) geeft aan, dat eerst in de 12e eeuw aantasting van het gebied plaatsvond. BRAAT (1947) meent dat de gegevens in de Wieringermeer wijzen op een geleidelijk terugtrekken van de bewoning van het noorden naar het zuiden. Het

onderzoek in het aangrenzende deel van Noordholland door DU BURCK heeft deze opvatting niet bevestigd, zodat deze auteur, o.i. terecht, aanneemt dat ook in het noorden de bewoning zich tot in de 12e eeuw heeft gehandhaafd. VAN DER HEIDE en WIGGERS (1954) gaven het landverlies nabij Schokland aan. Ook uit hun reconstructie blijkt dat eerst na 1200 n. Chr. bewoond land is verloren gegaan.

Het veengebied in de Kop van Noordholland en de Wieringermeer dankt zijn goede bewoonbaarheid tot in de tweede helft van de 12e eeuw voornamelijk aan de verbeterde ontwatering tengevolge van de Ottoonse erosiefase.

In de vrij rustige periode tussen 1000 en 1150 n. Chr. breidde de bewoning zich nog sterk uit, waarbij veel land werd ontgonnen. Nieuwe overstromingen, welke omstreeks 1150 aanvingen, maakten dat de bewoners waren genoodzaakt zich op de hogere delen van het landschap terug te trekken, al heeft men nog getracht door aanleg van dijken (o.a. de zogenaamde weg van Paludanus) het gebied te behouden. De afbraak van het veengebied voltrok zich in een zeer snel tempo. Al het veenland ten noorden van de Westfriesche zeedijk heeft men in korte tijd moeten prijsgeven, waarbij de bewoners zich terugtrokken op de door dijken beschermde hogere klei- en zavelgronden van Westfriesland. Ook het kleigebied is plaatselijk nog ernstig aangetast. De terpjes in het gebied tussen Schagen en Warmenhuizen getuigen van de strijd die de bevolking tegen het water heeft moeten voeren (WIESE, 1956).

De kaart van BEEKMAN geeft een fraai beeld van de gevaarlijke toestand waarin Noordholland omstreeks het einde van de 13e eeuw was komen te verkeren. Eerst toen na 1287 Floris V Westfriesland bij zijn Hollandse gebied wist te voegen heeft men de bedijking met kracht ter hand genomen. Tussen Medemblik en Schagen en nabij Hoorn is echter tussen 1300 en 1350 nog veel land verloren gegaan. Dit betrof steeds gedeelten waar de Westfriesche afzettingen ontbraken of waar deze als slappe kleilagen waren ontwikkeld. Ook de vergroting van de meren, zoals de Schermer, de Beemster, de Purmer en de Wormer ging aanvankelijk nog in versterkte mate voort. Zo kan men op luchtfoto's van het noordoostelijke deel van de Beemster de oude verkaveling van het veenland nog terugvinden. Deze verkaveling tekent zich namelijk in de kleiondergrond af doordat men uit de sloten in het veenland klei heeft gebaggerd.

Ook het Almere breidde zich plaatselijk nog uit. VAN DER HEIDE en WIGGERS (1954) gaven de afslag van het eiland Schokland gedetailleerd weer, terwijl WIGGERS (1955) en VAN DER HEIDE (1955) kaarten publiceerden aangevende het landverlies in het gebied van de huidige Noordoostpolder in de late Middeleeuwen (fig. 40). Uit figuur 42, waarop het voorkomen van de Almere-afzettingen is aangegeven blijkt, dat de Zuiderzee omstreeks 1600 reeds zijn uiteindelijke grootte vrijwel had bereikt.

De vorm van de Zuiderzee is in het oosten in hoge mate bepaald door het verloop van de dieptelijnen van de pleistocene oppervlakte (PONS en WIGGERS, 1958). In het westen heeft het hooggelegen gebied van Westfriesland het ten zuiden daarvan gelegen veengebied beschermd. Het eiland Marken ligt, tezamen met het vooruitspringende gedeelte van de kustlijn tussen Edam en Waterland, op de zandige Starnmeer- en Wieringermeer-afzettingen (DI I, fig. 4 en 17).

De post-Middeleeuwse Zuiderzee-afzettingen.

De wordingsgeschiedenis van Noordholland na 1300 n. Chr. is reeds in verschillende publikaties besproken, zodat van een hernieuwde behandeling wordt afgezien. In het Zuiderzeegebied vond na 1300 n. Chr. nog de vorming van de Almere-afzettingen plaats, totdat omstreeks 1600 n. Chr., vooral door de zeer geringe afvoer van de rivieren, het milieu in korte tijd veranderde van zwak brak in brak tot zout. Ook op dit verschijnsel is in diverse publikaties reeds de aandacht gevestigd. Volstaan moge thans

worden met een beknopte toelichting bij de kaarten aangevende de dikte en het lutumgehalte van de Zuiderzee-afzettingen, gevormd tussen 1600 en 1932.

Figuur 43 geeft een beeld van de dikte van deze sedimenten. Zoals reeds werd opgemerkt, blijkt uit een vergelijking van de figuren 42 en 43 dat de opvulling van de door het wegslaan van het veen gevormde depressie voornamelijk heeft plaatsgevonden tijdens de Almere-fase, dus vóór 1600 n. Chr.. De dikte van de Almere-afzettingen overtreft die van de Zuiderzee-afzettingen vrijwel overal. Langs de noordoostelijke rand van de Zuiderzee heeft echter na $\pm$ 1600 een sterke sedimentatie plaatsgevonden. Het sediment is daar zeer fijnzandig, een verschijnsel waarop door ZUUR (1951) en WIGGERS (1955) reeds werd gewezen. Blijkens figuur 44 is het lutumgehalte in de noordoostelijke kustzone ook zeer laag. In de IJ-boezem is in de periode tussen 1600 en de afsluiting van het IJ in 1873 nog een laag Zuiderzee-afzetting gevormd, waarvan de dikte thans na inklinking varieert van 30 tot ongeveer 100 cm. Deze variatie in dikte hangt samen met de aard van de ondergrond.

Figuur 44, aangevende het lutumgehalte van het bovenste gedeelte van de Zuiderzee-afzettingen, is vrijwel ongewijzigd overgenomen uit WIGGERS (1955). In de IJ-boezem is thans ook het lutumgehalte vermeld, welk gehalte in het uiterste westen 45-60 % en in het overige gedeelte 40-45 % bedraagt (GÜRAY, 1952). Het lutumgehalte van de Zuiderzee-afzettingen is in het zuidwestelijke deel van de Zuiderzee en in het centrale gedeelte van de toekomstige polder Zuidelijk Flevoland hoog. In deze gebieden gaat een grotere dikte van de afzettingen gepaard met een hoger lutumgehalte, terwijl in het noordoosten het lutumgehalte bij toenemende dikte daalt. Zoals reeds door WIGGERS (1955) werd opgemerkt hangt dit verschil samen met het overheersen van zuidwestelijke winden.

Naschrift.

In de Inleiding van deel I werd medegedeeld, dat het derde artikel zou zijn gewijd aan algemene beschouwingen en conclusies. Het lag in het voornemen dit laatste artikel op korte termijn gereed te maken, doch de auteurs zien zich om verschillende redenen genoodzaakt dit nog enige tijd uit te stellen. Een van de redenen is gelegen in het feit, dat het nadere onderzoek ingesteld naar de datering en de facies van de Beemster-afzettingen nog niet is voltooid. Ook ten aanzien van enkele andere onderdelen zullen nog aanvullende gegevens moeten worden verzameld, zodat het derde artikel niet eerder dan in de loop van 1961 zal verschijnen.

Literatuur

- AMERYCKX, J., 1953: *Ontstaan en evolutie van het Zwin in België* (Natuurw. Tijdschr. 34, pp. 99-110).
- BAKKER, J. A., 1959: *Opgravingen te Hoogkarspel I; het onderzoek van tumulus I en naaste omgeving*. Westfriese Oudheden II (West-Frieslands Oud en Nieuw 26, pp. 159-181).
- BAKKER, J. P., 1948: *Morfologisch onderzoek van Barradeel en zijn betekenis voor het inzicht in de sub-atlantische transgressie en het verspreidingsbeeld der terpen* (Kon. Ned. Akad. v. Wetensch., Akademie-dagen (Leeuwarden, 1948), 2, pp. 121-143).
- , 1954: *Relative sea-level changes in Northwest Friesland (Netherlands) since pre-historic times* (Geol. en Mijnb., N.S. 16, pp. 232-246).
- , 1958a: *Küstenentwicklung und prähistorische Besiedlung in den Niederlanden*. Sitzungsberichte Phys.-Mediz. Soz. Erlangen, 78, pp. 102-127.
- , 1958b: *The significance of physical geography and pedology for historical geography* (Tijdschr. Econ. en Soc. Geogr. 49, pp. 214-226).
- BAKKER, G. DE, 1950: *De bodemgesteldheid van enkele Zuidbevelandse polders en hun geschiktheid voor de fruitteelt*. Diss. Wageningen. Versl. Landbouwk. Onderz. 56.14.

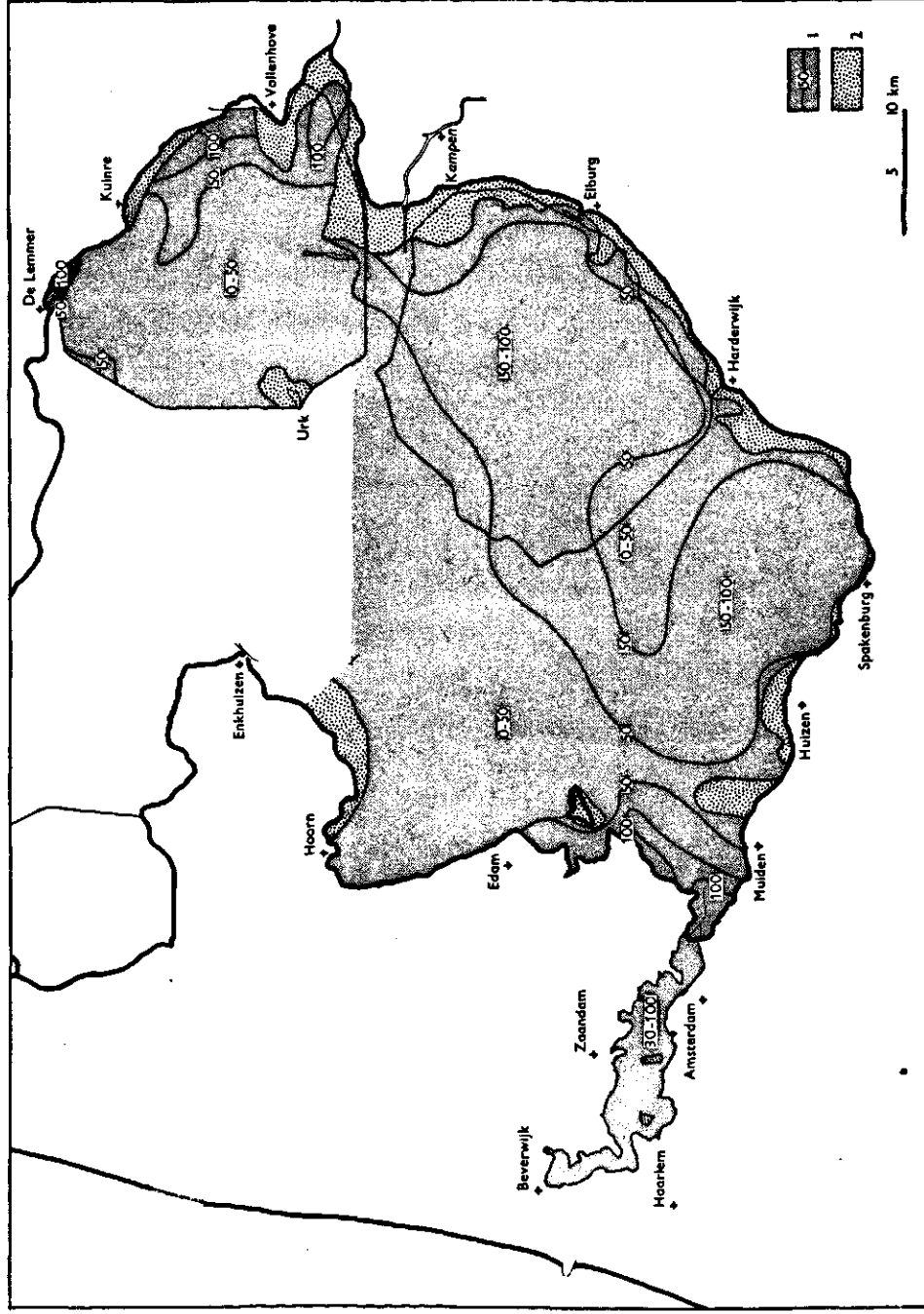


Fig. 43.

Dikte van de Zuiderzee-afzettingen in het zuidelijke deel van de Zuiderzee.
Thickness of the Zuiderzee deposits in the southern part of the former Zuider Sea.

1. Dikte van de Zuiderzee-afzettingen in cm
Thickness of the Zuiderzee deposits in cm
2. Zuiderzee-afzettingen niet aanwezig of sterk beïnvloed door sedimenten van andere oorsprong
Zuiderzee deposits lacking or strongly influenced by sediments of different origin

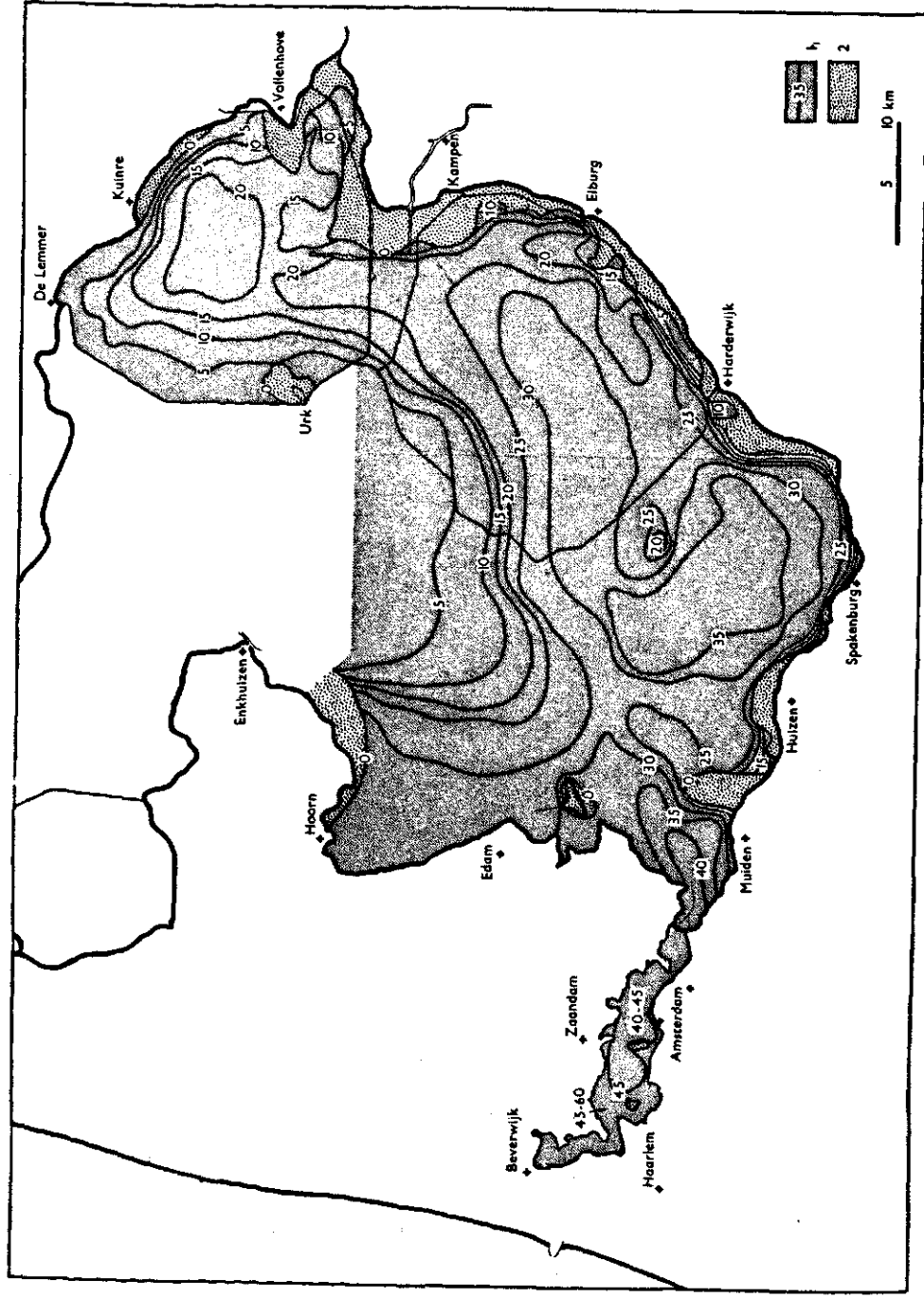


Fig. 44.

Lutumgehalte van het bovenste deel van de Zuiderzee-afzettingen in het zuidelijke deel van de Zuiderzee.
Clay content of the topmost part of the Zuiderzee deposits in the southern part of the former Zuyder Sea.

1. Lutumgehalte in g per 100 g droge stof
Clay content in g. per 100 g. dry matter

2. Zuiderzee-afzettingen niet aanwezig of sterk beïnvloed door sedimenten van andere oorsprong
Zuiderzee deposits lacking or strongly influenced by sediments of different origin

- BENNEMA, J., 1949: *Het oppervlakteveen in West-Nederland*. Boor en Spade 3, pp. 139-149.
- , 1953a: *Pyriet en koolzure kalk in de droogmakerij Groot Mijdrecht*. Boor en Spade 6, pp. 134-149.
- , 1953b: *De ontkalking tijdens de opslibbing bij Nederlandse alluviale gronden*. Boor en Spade 6, pp. 30-41.
- , 1954: *Bodem- en zeespiegelbewegingen in het Nederlandse kustgebied*. Diss. Wageningen. Boor en Spade 7, pp. 1-96.
- en K. VAN DER MEER, 1952: *De bodemkartering van Walcheren*. Versl. Landbouwk. Onderz. 58.4.
- and L. J. PONS, 1957a: *The excavation at Velsen. The pleistocene deposits*. Verh. Kon. Ned. Geol. Mijnb. Gen., Geol. Ser. 17, pp. 100-116.
- , —, 1957b: *The excavation at Velsen. The compaction of the Lower Peat, its water content and the escape of volatile constituents*. Verh. Kon. Ned. Geol. Mijnb. Gen., Geol. Ser. 17, pp. 148-153.
- , —, 1957c: *The excavation at Velsen. The Holocene deposits in the surroundings of Velsen and their relations to those in the excavation*. Verh. Kon. Ned. Geol. Mijnb. Gen., Geol. Ser. 17, pp. 199-128.
- en A. DE VISSER, 1952: *Rapport omtrent de bodemgesteldheid in het gebied ten oosten van Haarlem*. Intern rapport nr. 305, Stichting voor Bodemkartering.
- BRAAT, W. C., 1932: *De Archaeologie van de Wieringermeer*. Diss. Leiden. Oudheidk. Meded. 's Rijks Mus. Oudh. Leiden, N.R. 13, pp. 15-56.
- , 1947: *Archaeologie. Hollands Noorderkwartier*. Toel. Geol. krt. v. Ned., 2, pp. 65-78.
- BURCK, P. DU, 1949: *Bodemkartering van het Geestmerambacht*. Boor en Spade 3, pp. 152-167.
- , 1955: *De bodemgesteldheid van de gemeente Venhuizen*. Intern rapport nr. 406, Stichting voor Bodemkartering.
- , 1957: *Een bodemkartering van het tuinbouwdistrict Geestmerambacht*. Versl. Landb. Onderz. 63.3.
- , 1958: *De bodemkartering in de Kop van Noord-Holland*. Boor en Spade 9, pp. 142-156.
- , 1959b: *Over de opbouw en vorming van het Laagterras en de oudere holocene afzettingen in de Kop van Noord-Holland*. Boor en Spade 10, pp. 56-72.
- , (i.v.): *Enige beschouwingen over het ontstaan van de oudere zeekleiafzettingen en het oppervlakteveen in het noordelijk deel van Noordholland*.
- en P. J. ENTE, 1954: *De bodemgesteldheid in het tuinbouwgebied van oostelijk West-Friesland*. Boor en Spade 7, pp. 150-158.
- , —, en L. J. PONS, 1956: *Het zeekleigebied van Westfriesland* (Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen. 73, pp. 140-151).
- BURINGH, P., 1948: *Bodemkundige verschijnselen op de luchtfoto* (Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen. 65, pp. 117-122).
- BUTTER, J., 1935: *Zandwerven* (West-Frieslands Oud en Nieuw 9, pp. 66-69).
- BIJVANCK, A. W., 1943: *Nederland in den Romeinschen Tijd*. Leiden.
- CHRONOLOGIE, 1958: *Honderd eeuwen Nederland*, pp. 10-11, 's Gravenhage.
- CNOSSEN, J., 1958: *Enige opmerkingen over het ontstaan van het Beneden-Boornegebied en de Middellzee in verband met de subatlantische transgressie*. Boor en Spade 9, pp. 24-38.
- DECHEND, W., 1956: *Der Ablauf der holozänen Nordseetransgression im oldenburgisch-ostfriesischen Raum insbesondere im Gebiet von Jever (i.O.)*. Geol. Jrb. 72, pp. 295-314.
- DITTMER, E., 1952: *Die nacheiszeitliche Entwicklung der schleswig-holsteinischen Westküste*. Meyniana 1, pp. 138-168.
- DOPPERT, J. W. CHR., 1957: *The excavation at Velsen. The Lower Peat* (Verh. Kon. Ned. Geol. Mijnb. Gen., Geol. Ser. 17, pp. 154-157).
- DREHER, O., 1929: *Tektonische Ursachen für die Entstehung der Zuiderzee* (Verh. Geol. Mijnb. Gen., Geol. Ser. 9, pp. 45-47).
- EDELMAN, C. H., 1950: *Inleiding tot de bodemkunde van Nederland*. Amsterdam.
- , 1953: *De sub-atlantische transgressie langs de Nederlandse kust* (Geol. en Mijnb., N.S. 15, pp. 351-364).
- , 1954: *Over de plaatsnamen met het bestanddeel woud en hun betrekking tot de bodemgesteldheid*. Boor en Spade 7, pp. 197-216.
- en W. J. VAN LIERE, 1949: *Over woudgronden op de zeeklei van Westelijk en Noordelijk Nederland* (Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen. 66, pp. 257-263).
- en W. A. J. OOSTING, 1941: *Geologie van de omgeving van Amsterdam*. Amsterdam Natuurhistorisch gezien, pp. 1-39, Amsterdam.

⁵ In deel I is het betreffende artikel aangehaald als DU BURCK, 1958b.

- EDELMAN, T., 1958: *De oude ontginningen van de veengebieden in de Nederlandse kuststrook* (Tijschr. Econ. en Soc. Geogr. 49, pp. 239-245).
- ENTE, P. J., (i.v.): *Een bodemkartering van het tuinbouwcentrum „De Streek“*. Versl. Landb. Onderz.
- FABER, F. J., 1947a: *La limite entre le Pléistocène et le Holocène dans l'Ouest des Pays-Bas. La Géol. des terrains réc. etc.* Sess. extr. Soc. Belg. de Géol. Bruxelles, pp. 323-331.
- , 1947b: *Geologie van Nederland*, dl. III: Nederlandse Landschappen. 2e druk, Gorinchem.
- FLORSCHÜTZ, F., 1944: „Laagterras“ en „Veen op grotere diepte“ onder Velzen (Tijschr. Kon. Ned. Aardr. Gen. 61, pp. 25-33).
- , 1953: *Palaeobotanisch onderzoek in verband met de opgravingen in de polder Vriesland bij Hekelingen* (Ber. Rijksd. Oudheidk. Bodemonderz. 4, pp. 19-24).
- , 1956: *Over twee „geijste“ pollen- en sporendiagrammen uit de omgeving van Vriezenveen*. Boor en Spade 8, pp. 174-178.
- en I. M. VAN DER VLERK, 1939: *Duizend eeuwen geschiedenis van de bodem van Rotterdam*. De Maastunnel 2, 6, pp. 1-6.
- FRIJTAG DRABBE, C. A. J. VON, 1948: *Het lezen en interpreteren van verticale luchtfoto's* (Tijschr. Kon. Ned. Aardr. Gen. 65, pp. 452-462).
- GIFFEN, A. E. VAN, 1930: *Die Bauart der Einzelgräber. Beitrag zur Kenntnis der älteren individuellen Grabhügelstrukturen in den Niederlanden*. Mannus-Bibliothek 44 en 45, Leipzig.
- , 1944: *Grafheuvels te Zwaagdijk, gem. Wervershoof, N.-H.* (West-Frieslands Oud en Nieuw 17, pp. 121-221).
- , 1953: *Onderzoek van drie Bronstijdgrafheuvels bij Grootebroek, gem. Grootebroek, Noord-Holland* (West-Frieslands Oud en Nieuw 20, pp. 34-40). Verbeterde en vermeerderde overdruk.
- GLOPPER, R. J. DE en A. J. WIGGERS, (i.v.): *Over de bodemgesteldheid van de Wadden*.
- GÜRAY, A. R., 1952: *De bodemgesteldheid van de IJ-polders*. Diss. Wageningen. Boor en Spade 5, pp. 1-28.
- HAANS, J. C. F. M., 1954: *De bodemgesteldheid van de Haarlemmermeer*. Diss. Wageningen 1955. Versl. Landbouwk. Onderz. 60.7.
- HAARNAGEL, W., 1950: *Das Alluvium an der deutschen Nordseeküste*. Probl. d. Küstenf. im südl. Nordseegeb. 4, Hildesheim.
- , 1957: *Die spätbronze-, früheisenzeitliche Gehöftsiedlung Jemgum bei Leer auf dem linken Ufer der Ems* (Die Kunde 8, H. 1-2).
- HALBERTSMA H., 1958a: *De cultuur van het noordelijk kustgebied*. Honderd eeuwen Nederland, pp. 178-197.
- , 1958b: *Schets van het terpenonderzoek in Nederland* (Tijschr. Econ. en Soc. Geogr. 49, pp. 235-239).
- HANSEN, V., 1959: *Sandflugten i Thy og dens indflydelse på kulturlandskabet*; (The movements of sand dunes and its human consequences) (Medd. fra Skalling Lab., Bd 16, pp. 69-92).
- HARMSSEN, G. W., 1954: *Observations on the formation and oxidation of pyrite in the soil* (Plant and Soil 5, pp. 324-348).
- HEIDE, G. D. VAN DER, 1950: *Enkele resultaten van het oudheidkundig bodemonderzoek in het Zuiderzeegebied, met name in de Noordoostpolder* (Bull. Kon. Ned. Oudheidk. Bond, 6e ser. 3, pp. 79-94).
- , 1955: *Aspecten van het archaeologisch onderzoek in het Zuiderzeegebied*. Van Zee tot Land 13, Zwolle.
- , 1956: *Vroeg-inheemse vondsten bij den Helder* (Westerheem 5, pp. 56-63).
- en A. J. WIGGERS, 1954: *Enkele resultaten van het geologische en archaeologische onderzoek betreffende het eiland Schokland en zijn naaste omgeving*. Langs gewonnen velden, pp. 96-113, Wageningen.
- HEITEMA, H., 1951: *De Nederlandse wateren en plaatsen in de Romeinse tijd*. 2e druk, 's Gravenhage.
- HOEKSEMA, K. J., 1953: *De natuurlijke homogenisatie van het bodemprofiel in Nederland*. Boor en Spade 6, pp. 24-30.
- Jaarverslag van de Archeologische Werkgroep „Westfriesland“ over het jaar 1958*. Westfries Oudheden II, 1959 (Westfrieslands Oud en Nieuw 26, pp. 145-147).
- JONG, J. D. DE, and S. JELGERSMA, 1957: *The Holocene development in the Netherlands, a contribution to Holocene geology*. Proc. Inqua-Congress, Madrid (ter perse).
- KONING, J. C. DE en A. J. WIGGERS, 1955: *De bodemgesteldheid van Oostelijk Flevoland*. Van Zee tot Land 15, Zwolle.
- KUIPERS, S. F., 1948: *De bodemkartering op Tholen en Schouwen-Duiveland*. Boor en Spade 2, pp. 46-49.

- LAET, S. J. DE en W. GLASBERGEN, 1959: *De voorgeschiedenis der Lage Landen*. Groningen.
- LIERE, W. J. VAN, 1948: *De bodemgesteldheid van het Westland*. Diss. Wageningen. Versl. Landbouwk. Onderz. 54.6.
- , 1950: *Upper Holocene Transgressions in the Neighbourhood of the Mouth of the Meuse* (Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen. 67, pp. 393-399). Boor en Spade 4, pp. 238-243.
- LORIE, J., 1893: *Binnenduinen en bodembewegingen* (Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen. 10, pp. 753-796 en 939-980).
- MEER, K. VAN DER, 1949: *De vorming der duinen*. Boor en Spade 3, pp. 149-152.
- , 1952: *De Bloembollenstreek*. Diss. Wageningen. Versl. Landbouwk. Onderz. 58.2.
- MIDDELHOEK, A. and A. J. WIGGERS, 1953: *A research into the microflora and microfauna of the Holocene sediments in the North-Eastern Polder*. Biol. Jaarb. 20, pp. 235-291.
- MODDERMAN, P. J. R., 1945: *Over de wording en de betekenis van het Zuiderzeegebied*. Diss. Groningen.
- , 1947: *Enkele resultaten van het oudheidkundig bodemonderzoek in de Noordoostelijke IJssel-meerpolder* (Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen. 64, pp. 423-429).
- , 1952: *Nederzetting uit de vroege IJzertijd; 's-Gravenhage, Hengelolaan, Escampolder* (Ber. Rijksd. Oudheidk. Bodemonderz. 3, 1, pp. 2-3).
- , 1953: *Een neolithische woonplaats in de polder Vriesland onder Hekelingen (eiland Putten)* (Ber. Rijksd. Oudheidk. Bodemonderz. 4, 2, pp. 1-10).
- , 1957: *The excavation at Velsen. Archaeological observations*. Verh. Kon. Ned. Geol. Mijnb. Gen., Geol. Ser. 17, pp. 197-198.
- MOERMAN, H. J., 1927: *Uit de Geschiedenis der Zuiderzee*. Versl. en Meded. Overijsselsch Regt en Gesch..
- MOORMANN, F. R., 1951: *De bodemgesteldheid van het Oudland van Veurne Ambacht*. Diss. Wageningen.
- MULLER, J. en B. VAN RAADSHOOVEN, 1947: *Het Holocene in de Noordoostpolder* (Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen. 64, pp. 153-185).
- OVAAL, I., 1958: *Overzicht van de bodemgesteldheid van westelijk Zeewu-Vlaanderen gezien in het licht van genese en historie*. Boor en Spade 9, pp. 70-88.
- PANNEKOEK, A. J. (red.), 1956: *Geologische Geschiedenis van Nederland*. 's Gravenhage.
- PONS, L. J., 1957: *De ouderdomsbepaling van een profiel met verschillende veenlagen in Westfriesland volgens de ¹⁴C-methode*. Boor en Spade 8, pp. 178-182.
- , 1957a: *De geologie, de bodemvorming en de waterstaatkundige ontwikkeling van het Land van Maas en Waal en een gedeelte van het Rijk van Nijmegen*. Diss. Wageningen. Versl. Landbouwk. Onderz. 63.11.
- , 1959⁶: *Fossiele bodemprofielen in het dekzand in de tunnelput van Velsen*. Boor en Spade 10, pp. 170-209.
- en J. BENNEMA, 1958: *De morfologie van het pleistocene oppervlak in westelijk Midden-Nederland, voor zover gelegen beneden gemiddeld zeeniveau (N.A.P.)* (Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen. 75, pp. 120-139).
- en J. L. KLOOSTERHUIS, 1955: *Rapport van de verkenning van de bodemgesteldheid van het zuidelijk gedeelte van de provincie Noord-Holland*. Intern rapport nr. 409, Stichting voor Bodemkartering.
- , 1957: *Rapport van de verkenning van de bodemgesteldheid van het middengedeelte van de provincie Noord-Holland*. Intern Rapport nr. 468, Stichting voor Bodemkartering.
- en A. DE VISSER, 1956: *De kartering van de voorraden bruikbare klei voor grondverbetering in de polder Groot Mijdsrecht*. Intern rapport nr. 435, Stichting voor Bodemkartering.
- en A. J. WIGGERS, 1958: *De morfologie van het pleistocene oppervlak in Noordholland en het Zuiderzeegebied, voor zover gelegen beneden gemiddeld zeeniveau (N.A.P.)* (Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen. 75, pp. 140-152).
- , 1959: *De holocene wordingsgeschiedenis van Noordholland en het Zuiderzeegebied*. Deel I (Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen. 76, pp. 104-152).
- RAMAER, J. C., 1928: *Het Nederlandsch Alluvium in den Romeinschen tijd en in de middeleeuwen* (Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen. 45, pp. 202-235 en 593-628).
- , 1930: *De afsluiting en droogmaking der Zuiderzee* (Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen. 47, pp. 350-379 en 623-660).
- REGTEREN ALTENA, J. F. VAN, 1958: *Nieuwe opgravingen van de neolithische nederzetting te Zandwerven, Gem. Spanbroek*. Westfries Oudheden I, pp. 8-23 (West-Frieslands Oud en Nieuw 25, pp. 144-159).

⁶ In deel I is het betreffende artikel aangehaald als PONS, 1958.

- ROO, H. C. DE, 1949: *De bodemkartering van Kennemerland-Noord*. Boor en Spade 3, pp. 167-179.
- , 1953: *De bodemkartering van Noord-Kennemerland*. Diss. Wageningen. Versl. Landb. Onderz. 59.3.
- SMET, L. A. H. DE en P. GIJZEN, (i.v.): *Holocene afzettingen in het Dollardgebied*.
- en J. J. VLEESHOUWER, 1956: *De bodemkundige opbouw van het Groninger kleigebied*. Boor en Spade 8, pp. 142-159.
- STEENHUIS, J. F., 1922: *De Geologie van de Zuiderzee*. Flora en Fauna der Zuiderzee, pp. 3-32, Den Helder.
- STRAATEN, L. M. J. U. VAN, 1954: *Radiocarbon datings and changes of sea level at Velzen* (Geol. en Mijnb., N.S. 16, pp. 247-253).
- , 1957: *The excavation at Velsen. The Holocene deposits*. Verh. Kon. Ned. Geol. Mijnb. Gen., Geol. Ser. 17, pp. 158-183.
- TAVERNIER, R. et F. MOORMANN, 1954: *Les changements du niveau de la mer dans la pleine maritime flamande pendant l'Holocène* (Geol. en Mijnb., N.S. 16, pp. 201-206).
- TESCH, P., 1922: *Duinstudies VII: De positieve niveauverandering van de Nederlandsche kust in het Holocene tijdvak* (Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen., 54, pp. 7-16).
- , 1944: *Nederland bij het begin van onze tijdrekening* (Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen. 61, pp. 456-458).
- , 1947: *Geologie. Hollands Noorderkwartier*. Toel. Geol. krt. v. Ned., 2, pp. 7-12.
- TRIMPE BURGER, J. A., 1958: *Aanvullende mededelingen* (Westerheem 7, pp. 18-19).
- VEENENBOS, J. S., 1949: *De bodemkartering van de Friese knipgronden*. Boor en Spade 3, pp. 76-86.
- , 1950: *De bodemgesteldheid van het gebied tussen Lemmer en Blokzijl in het Randgebied van de Noordoostpolder*. Diss. Wageningen. Versl. Landbouwk. Onderz. 55.12.
- , 1952: *De bodem van Friesland*. In: Friesland toen, nu en straks, pp. 7-12, Leeuwarden.
- VERMEER-LOUMAN, G. G., 1934: *Pollen-analytisch onderzoek van den West-Nederlandschen bodem*. Diss. Amsterdam.
- VOORTHUYSEN, J. H. VAN, 1951: *The quantitative distribution of the Holocene foraminifera in the N.O. Polder*. Proc. 3rd Int. Congr. of Sedimentol., pp. 267-272, Groningen-Wageningen.
- VRIES, H. DE, G. W. BARENDSEN, H. T. WATERBOLK, 1958: *Groningen Radiocarbon Dates II*. Science 127, 3290, pp. 129-137.
- VROMAN, M., 1952: *Study of a peat profile on the Frisian coast of the former "Zuiderzee"* (Acta Bot. Neerl. 2, pp. 250-258).
- WAALS, J. D. VAN DER and W. GLASBERGEN, 1955: *Beaker types and their distribution in the Netherlands* (Palaeohistoria 4, pp. 5-45).
- , 1956: *De standvoetbekers van Zandwerven* (Westerheem 5, pp. 99-103).
- WENSINK, J. J., 1959: *Enkele opmerkingen over grafheuvels ten Z. van Grootebroek, voornamelijk in verband met de bodemgesteldheid*. Westfriese Oudheden II (West-Frieslands Oud en Nieuw 26, pp. 148-154).
- WESTERHEEM, 1958: *Vondstberichten en opgravingsberichten in het kort. Zandwerven (gem. Spanbroek) (N.H.)* (Westerheem 7, p. 29).
- WIESE, W. F. G., 1956: *De verspreiding der archeologische gegevens van Westfriesland in verband met de morfogenese* (Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen. 73, pp. 23-42).
- WIGGERS, A. J., 1950: *Enige opmerkingen over de holocene geschiedenis van Groningen en Friesland* (Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen. 67, pp. 382-388).
- , 1952: *De bodemgesteldheid van het Westelijke Waddengebied*. Intern rapport, Directie Wieringermeer (Noordoostpolderwerken), Kampen.
- , 1953: *Over de bodemgesteldheid van Oostelijk Flevoland*. Intern rapport, Directie Wieringermeer (Noordoostpolderwerken), Kampen.
- , 1955: *De wording van het Noordoostpoldergebied*. Diss. Amsterdam. Van Zee tot Land 14, Zwolle.
- , 1957: *Voorlopige Atlas van de Markerwaard*. Intern rapport, Directie Wieringermeer (Noordoostpolderwerken), Kampen.
- , 1959: *Over de bodemgesteldheid van de Noordoostpolder*. Van Zee tot Land, Zwolle (ter perse).
- ZEIST, W. VAN, 1955a: *Pollen analytical investigations in the Northern Netherlands*. Diss. Utrecht (Acta Bot. Neerl. 4, pp. 1-81).
- , 1955b: *Some radio-carbon dates from the raised bog near Emmen (Netherlands)* (Palaeohistoria 4, pp. 113-118).
- , 1959: *Studies on the Post-Boreal vegetational history of South-Eastern Drenthe (Netherlands)* (Acta Bot. Neerl. 8, pp. 156-184).
- ZINDEREN BAKKER, E. M. VAN, 1942: *Het Naardermeer*. Amsterdam.

- ZUUR, A. J., 1936: *Over de bodemkundige gesteldheid van de Wieringermeer*. Den Haag.
- , 1951: *Ontstaan en aard van de bodem van de Noordoostpolder*. Van Zee tot Land 1, Zwolle.
- ZWART, H. J., 1951: *Postglaciale land- en zeeniveauperanderingen*. Proc. Kon. Ned. Akad. v. Wet., Ser. B, 54, pp. 162-173.
- ZWILLENBERG, L. D. und J. HENDRIKS, 1954: *Zum Vorkommen von Cardiumklei in Waterland nordöstlich von Amsterdam* (Geol. en Mijnb., N.S. 16, pp. 105-117).